

Digitized by Google

9. 9. 40

BIBLIOTECA UTILE

(II, III)

INVENZIONI E SCOPERTE

Digitized by Google

Digitized by Google

9.9.406

LE GRANDI
INVENZIONI E SCOPERTE

ANTICHE E MODERNE

NELLE SCIENZE, NELL' INDUSTRIA E NELLE ARTI

Opera compilata

DA

B. BESSO



MILANO

PRESSO GLI EDITORI DELLA BIBLIOTECA UTILE

—

1866

Digitized by Google

Proprietà letteraria.

Tipografia di Pietro Agnelli.

Digitized by Google

PREFAZIONE.

Tra i molti titoli per cui il nostro secolo è di tanto superiore a quelli che lo precedettero, vuole essere certamente annoverato anche il felice accordo che si manifesta ogni giorno più fra le scienze e le arti utili e necessarie alla civile società. Questo bell'accordo arreca inestimabili benefici a tutte le classi sociali aumentandone il benessere e le soddisfazioni materiali, migliorandone ad un tempo le condizioni morali ed intellettuali. Oggi la scienza non dev'essere più, come avveniva in tempi da noi non molto remoti, il patrimonio di pochi eletti; ma tutti devono studiarla, perchè essa si infiltra, per così dire, nella nostra vita, nelle nostre abitudini giornaliere, ed è la guida di tutte le industrie, di tutte le arti. Non soltanto le persone che aspirano ad una mediocre coltura, ma lo stesso operaio ha quindi l'obbligo di conoscere i primi elementi della scienza, se vuol rendere ragione a sè medesimo dei prodigi ch'essa opera continuamente sotto ai suoi occhi.

Per soddisfare alla necessità della massima diffusione delle cognizioni più indispensabili a tutte le classi sociali, si pubblicarono e tuttora si pubblicano nei paesi più côlti d'Europa numerose collezioni, le quali, sia per la scelta degli argomenti, sia pel modo con cui sono svolti, sia ancora per la mitezza del prezzo, tendono a penetrare fino nelle classi meno côlte che hanno tanto bisogno di essere illuminate ed istrutte.

La nostra BIBLIOTECA UTILE seguirà le nobili orme segnate dalle collezioni analoghe che vedono la luce oltr'alpe; essa incomincia le sue pubblicazioni con questa breve raccolta delle più importanti invenzioni e scoperte, dedicandola a quelle persone che senza possedere una sufficiente preparazione scientifica, bramano pure iniziarsi nella storia delle principali invenzioni che formano uno dei più bei vanti dell'ingegno umano. Molti lavori dello stesso genere furono pubblicati, specialmente in questi ultimi anni, in Inghilterra, in Francia ed in Germania, e trovarono ovunque la più lieta accoglienza. La presente operetta è in gran parte compilata su quei lavori se-

guendo le tracce di quello del Figuier che ebbe in Francia grandissima diffusione; il compilatore italiano si diede però la cura di rintracciare qual parte avessero gl'italiani in tante invenzioni, e da questo studio risulta, senza vanità nazionale, che molte ebbero fra noi la loro origine, benchè gli stranieri lo ignorino o fingano d'ignorarlo.

In queste pochè pagine si troveranno molti argomenti, che meriterebbero per ciascheduno un'opera a parte; ma ci conforta il pensiero che questi brevi cenni su argomenti di tanto interesse, potranno forse destare in taluno dei nostri lettori il desiderio della scienza, l'amore allo studio. Ogni articoletto contiene la storia della scoperta relativa, la biografia dell'inventore, la narrazione delle lotte ch'ebbe a durare, degli ostacoli da vincere, degli esperimenti da studiare prima di giungere alla meta; indi segue la descrizione tecnica della scoperta stessa, scritta nel modo più intelligibile per i lettori non tecnici.

Raccomandiamo quest'operetta alle madri di famiglia che ne trarranno ampio argomento di conversazioni istruttive pei loro fanciulli; la raccomandiamo pure agli operai che nelle loro ore d'ozio potranno impararvi le ragioni scientifiche di molti lavori manuali.

Rammentiamo alle madri che molti genii incominciarono a svilupparsi giovanissimi solo perchè si trovarono posti in favorevoli circostanze; veggano dunque quanto importi condurre, sia pur rapidamente, i loro fanciulli per le molteplici regioni della scienza; la storia d'un'invenzione può far germogliare nel fanciullo, attitudini che altrimenti rimarrebbero ignorate.

Agli operai rammentiamo che dalle loro fila uscirono un Newcomen ed un Watt inventori delle macchine a vapore, un Stephenson inventore della locomotiva, Senefelder l'inventore della litografia, Jaquard l'inventore del telajo di questo nome, Arkwright l'inventore della filatura dei cotoni; ed altri molti che tacciamo per amore di brevità. Anche voi, operai italiani, potrete emulare i trionfi di questi vostri fratelli che meritano il nome di benefattori dell'umanità, purchè sappiate approfittare dei momenti di riposo che vi sono concessi per dedicarli alla lettura di qualche buon libro. Rammentatevi che la buona volontà e la perseveranza trionfano di tutti gli ostacoli: è la lezione che risulta da questo volumetto.

B. B.

Digitized by Google

LA STAMPA

Epoca della scoperta della stampa. — Impressione tabellare. — Guttenberg, Faust e Schoeffer. — Diffusione della stampa. — La censura. — Gli Aldi, gli Elzeviri, Bodoni. — Panfilio Castaldi. — Che cosa è l'inventore. — Come si stampa. — I torchi ordinari. — Le macchine a vapore.

La scoperta della stampa separa il mondo antico dal mondo moderno. Essa è perfino superiore alle altre grandi scoperte della stessa epoca, la polvere da cannone e il nuovo mondo, ed anche a quella che ci è contemporanea, il vapore. Ed invero queste grandi ed utili scoperte non agirono direttamente che sulla parte materiale dell'umanità: la polvere da cannone, uguagliando la forza bruta; il nuovo mondo, completandoci i doni terrestri del Creatore; e il vapore stesso, crescendo le forze produttive dell'uomo, lo libera dall'eccesso di lavoro cui era condannato: ma la stampa ha resa universale la cultura, ha elevata l'intelligenza umana, ha propagata la parola di Dio.

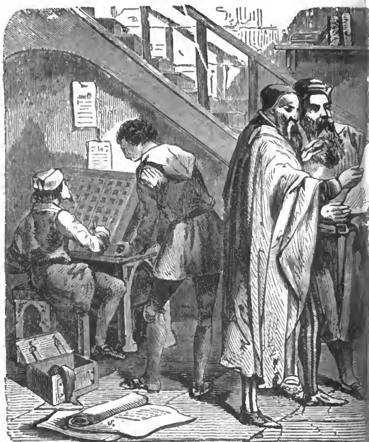
Ben 17 città si disputano l'onore di essere state culla della stamperia; e si disputa ancora da taluno sul primo scopritore.

Sentirete dire che i Cinesi conoscevano la stampa 300 anni prima dell'Era volgare, ma la loro stampa non meritava questo nome perchè consistente di tavolette di legno incise in rilievo o incavate. Ora, il fondamento della stampa è nella mobilità e nella fusione dei caratteri: e i caratteri mobili e la loro fusione furono imaginati solo verso il 1450, circa 40 anni prima della scoperta dell'America (1492), dal genio di Gutenberg.

Prima del XV secolo, i libri erano scritti da calligrafi,

Digitized by Google

sopra lucide pergamene preparate a bella posta, con iniziali miniate e dorate. Questi manoscritti, che venivano legati con molto lusso e rinchiusi in cofani preziosi, erano naturalmente molto rari e costosi. Ne troverete ancora



1. Una stamper

nei conventi e nelle biblioteche, come all'Ambrosiana; ma il loro prezzo e la difficoltà di eseguir molte copie, rendeva molto difficile lo studio. Verso quell'epoca, la barbarie dei Musulmani avea dato il fuoco a parecchie biblioteche.

La prima idea inspirata dalla necessità, fu quella stessa

Digitized by Google

dei Cinesi: di incidere carte geografiche, imagini di devozione, ecc. ecc., sopra tavole di legno, accompagnandole di una leggenda spiegativa. Si copriva il legno di inchiostro denso, e vi si poggiavano sopra, i fogli di pergamena o



nel XV secolo.

di carta, sui quali con una pressione della mano si trasportavano i segni incisi sul legno. A poco a poco, la leggenda si fece più lunga, finchè si finì col riprodurre pagine intere a questo modo. Una *Bibbia dei Poveri* fu stampata così nel 1420, non si sa bene se ad Arlem o a Bamberga.

Digitized by Google

Ma questa era incisione in legno, o silografia, o impressione tabellare che si voglia dire; ma non era la stampa, non poteva riuscire mai più a prestarne gl'immensi servigi.

Il vero scopritore, *Giovanni Gutenberg*, nacque di nobile famiglia nel 1409 a Magonza. La sua casa paterna era decorata di sculture ed ornamenti allegorici sulla pietra come usavasi nel medio evo; e al disopra della porta vedevasi scolpita la testa di un toro colossale, con questa iscrizione: *Nulla mi resiste.* Questa divisa divenne quella di Gutenberg; non si potrebbe dire che è la divisa della stampa?

A 15 anni, Giovanni Gutenberg avendo perduto il padre che gli lasciava una picciolissima rendita, abbandonò Magonza e si recò a Strasburgo. Qui, gli venne per la prima volta il pensiero di creare l'arte nuova di moltiplicare i manoscritti per mezzo di una sola macina che, ricoperta d'inchiostro denso, permettesse di ottener sulla carta un numero infinito di riproduzioni del testo. Per dieci anni egli lavorò da solo a Strasburgo, cercando il *grande arcano*, l'*invenzione meravigliosa*. Le sue ricerche rendendo necessarie molte spese, egli associò ai suoi lavori tre cittadini che doveano fornirgli i fondi necessarii.

Que' dieci anni di lavoro aveano già recato frutti preziosi. Gutenberg era riuscito ad incidere facilmente delle lettere metalliche mobili; ma restava ancora da ottenere un metallo o una lega conveniente alla moltiplicazione di queste lettere e all'uso cui si destinavano. Il ferro era troppo duro e forava la carta; il piombo, troppo molle, si schiacciava sotto la pressione; il legno non offriva nè la forza nè la durata necessaria. Occorreva quindi una lega di metalli da poterne ottenere dei caratteri resistenti alla pressione, durevoli e atti ad essere fusi.

Dopo innumerevoli esperienze, l'inventore toccava alla meta; ma le spese cagionate da tutte queste esperienze aveano rovinati i suoi coraggiosi associati. Essi dovettero

Digitized by Google

vendere le loro suppellettili, le gioie, tutto il loro patrimonio: e non fecero sentire un lagno, tanto aveano coscienza della grandezza dell'opera e del genio dell'artista che la dirigeva.

Tutto ciò che risguarda la storia della scoperta della stampa, come osserva egregiamente il signor Figuier a cui togliamo questi cenni, è d'interesse sì possente, che è pregio dell'opera conoscere i nomi dei tre uomini che con la loro fortuna o la loro intelligenza aiutarono Gutenberg a generare sì grande arte: essi furono Heilmann, Andrea Dryzhen e Riff. Questa fu la sola associazione fortunata, in cui si trovasse quell'uomo di genio; obbligato sempre a cercarsi compagni, ne trovò altri che tentarono rubargli persino la gloria.

Ma i tre onesti associati morirono ben presto, e Gutenberg, perseguitato da' creditori, deve ritornare in patria. Dove continua i suoi lavori, disegna, incide, fonde, prova ogni sorta di metalli, comincia, ricomincia e torna da capo, senza mai scoraggiarsi. Ma dal bisogno è costretto a stringere nuova società con *Giovanni Faust* e *Pietro Schoeffer.*

Era il primo un ricco orefice di Magonza; prestò danari al grand'uomo, ma scaltrissimo com'era, si maneggiò per modo da attirare a sè tutto il lucro dell'opera futura. Lo Schoeffer era un giovine scrivano molto abile e molto istrutto, che ben presto divenne genero del Faust.

È opinion generale, che Gutenberg, inventate ch'ebbe le lettere mobili in metallo, non riuscisse però a combinare la lega necessaria per la perfezione dell'opera. Trovò lo Schoeffer quella preziosa unione del piombo e dell'antimonio, che serve tutt'ora a comporre i caratteri. Da quel momento, la stampa era inventata.

Ma da quel momento, cangiò la scena per il povero inventore. Poichè egli era divenuto inutile, il perfido Faust non pensò che a sbarazzarsene. Creditore spietato, egli strappa Gutenberg ai suoi fornelli, ai suoi torchi, alla stamperia; lo

forza ad abbandonare i frutti della sua scoperta. Ridotto alla miseria dalla ingratitudine di Faust, l'inventore della stampa dovette esulare; e per dieci anni lo perdiamo di



2. Statua di Gutenberg
eretta sur una piazza di Strasburgo.

vista, senza avere su tale periodo di tempo altro dato che questo: che nel 1450, Giovanni Gutenberg non aveva pane.

Faust intanto s'associava al suo genero Schoeffer per trarre tutto il lucro possibile della stampa, facendone un mistero per il mondo, e vendendo come manoscritti molto belli, i libri stampati. Ai suoi operai, diffidenti e irritati della sua condotta verso il *maestro*, fa giurar sulla Bibbia di non rivelare il segreto della nuova arte. E per essere più certo del silenzio, li costringe a sottoscrivere biglietti di cambio per danari che non ha dati. Per giunta, mette i suoi opifici in fondo a cave oscure, e vi tiene sotto chiave gli operai. Ma in mezzo ai suoi successi, venne la peste a rapirgli la vita.

Suo genero Schoeffer, divenuto proprietario della stamperia di Faust a Magonza, continuava a stampar libri, quando quella turbolenta città fu presa d'assalto e saccheggiata (1465). Schoeffer perì in questi disastri, e molti dei suoi operai si dispersero nelle principali città d'Europa, dove così portarono la grande invenzione.

Tuttavia a Giovanni Schoeffer, figlio di Pietro, venne fatto di ricostituire poco dopo la stamperia di Magonza. Egli non imitò la ingratitudine del padre e di Faust. Gutenberg sarebbe stato forse spogliato dinanzi ai posteri della gloria che ha reso immortale il suo nome, se Giovanni Schoeffer, in testa ad un libro stampato nel 1505 e dedicato all'imperator Massimiliano, non avesse messe queste parole in tedesco: « Gli è a Magonza che la meravigliosa arte della stamperia fu inventata dall'ingegnosissimo Giovanni Gutenberg mille quattrocento e cinquant'anni dopo la nascita di N. S. G. C., e poi migliorata e consolidata dalla diligenza le spese e il lavoro di Giovanni Faust e Pietro Schoeffer in Magonza così che questa città deve essere pregiata e lodata in eterno non solo dalla nazione tedesca ma anche da tutto il mondo. »

Gutenberg sopravisse due anni a Faust. Sul finir dei suoi giorni, fu raccolto dal principe arcivescovo di Magonza che gli diede titolo di suo gentiluomo di camera

e una pensione. Grazie a questa tarda protezione, Gutenberg potè consacrare i suoi ultimi anni al perfezionamento della stampa. Egli morì il 14 febbraio 1468.

I figli di Gutenberg (questo nome si davano gli operai stampatori) eransi intanto sparsi per il mondo, ma prima di tutto comparirono e trovarono larga protezione nella nostra Italia. Dopo Magonza e Strasburgo, i primi libri stampati portano la data del Monastero di Subiaco, 1465. Due anni dopo, una nobile famiglia di Roma apriva il suo palazzo agli stampatori tedeschi. Nel 1469 si stampava a Venezia il primo libro, ch'era le epistole di Cicerone, e il Senato diede un privilegio esclusivo a Giovanni di Spira. Ben presto gl' Italiani stessi s' impossessarono della scoperta; e già nel 1469 troviamo molti libri latini stampati a Milano da un milanese Filippo di Lavagna mentre i primi libri stampati in Francia ed in Isvizzera sono del 1470, in Inghilterra, nella Spagna, nel Belgio del 1474, a Vienna del 1482, e in Portogallo del 1489.

L' invenzione della stampa fu accolta con favore dalla più parte dei sovrani. Papa Sisto IV diè a Nicola Ienson il titolo di conte palatino. Luigi XI di Francia accordò lettere di naturalità ai tipografi tedeschi. Carlo VII ammise la stamperia e la libreria ai privilegi e alle prerogative dell' Università, e Luigi XII, confermando tali privilegi, considera quest'invenzione « cosa più divina, che umana, la quale, grazie a Dio, fu inventata e trovata ai nostri tempi. » Francesco I esentò gli stampatori librai dal servizio militare. Solo in Turchia la stamperia fu proibita da Bajazette II nel 1483 e poi dal figlio Selim I nel 1515 sotto pena di morte; così che quest'arte non si potè introdurre liberamente colà prima del XVIII secolo.

Se i principi europei non arrivarono a tali estremità, si pentirono ben presto della protezione accordata ad un'in-

venzione che doveva illuminare i popoli, aprir gli occhi agli oppressi. Per inceppare la stampa fu trovata la censura. E' fu nel 1515, alla decima seduta del Concilio lateranense, che papa Leon X proibì sotto pena di scomunica di stampare verun libro prima che fosse approvato dal vicario di S. S. a Roma o dal vescovo della rispettiva diocesi. Nel 1531, parecchie persone furono abbruciate a Londra per avere stampato e diffuso la Bibbia in inglese. Fino allo scorso secolo troviamo in tutti i libri, due o tre *Imprimatur;* e quand'anco si ebbe il pudore di non istampare questo permesso, la censura continuò a regnare sotto una od altra forma. Essa non esiste sotto i governi liberi e costituzionali, com'è presentemente, grazie al cielo, il Regno d'Italia.

La famiglia dei più celebri tra gli stamptori, nota sotto il nome degli *Aldi*, fiorì tra il 1488 e il 1580. Il capo di questa famiglia che onorò l'Italia, *Aldo Manuzio* detto *il vecchio* fondò a Venezia una stamperia avente per oggetto speciale di riprodurre i capolavori dell'antichità. Le edizioni di Aldo sono tutt'ora ricercatissime ed hanno l'autorità di manoscritti. Il segno della sua stamperia, è un delfino attortigliato ad un'áncora. Paolo e Aldo Manuzio, detto il *giovane*, continuarono la gloria del padre. Essi furono protetti dai papi e dai principi, godettero l'amicizia dei più chiari letterati del tempo e composero essi stessi parecchie opere di erudizione: perchè allora i tipografi e i librai erano persone dottissime. In tempi più vicini l'arte tipografica italiana si gloriò di un *Bodoni*, parmense, di cui sono rinomatissimi l'*Oratio Dominica* in 155 lingue, un superbo Virgilio tirato a soli dugento esemplari, e il magnifico Omero in greco, dedicato a Napoleone I.

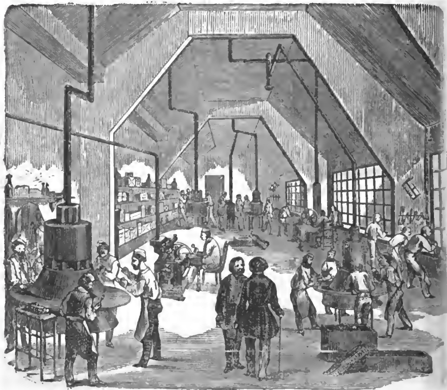
In Olanda ebbero fama gli *Elzeviri*, che fiorirono nel XVI e XVII secolo; in Francia, gli *Stefani* e più modernamente i *Didot;* in Inghilterra, *Baskerville*, morto nel

Digitized by Google

1775, ch'era egli stesso, il disegnatore, l'incisore e il fonditore dei caratteri che adoperava.

—

Dalle indagini che si fecero per iscoprire se e qual parte abbia avuta l' Italia nell' invenzione della stampa, risultò che nel 1454 fioriva in Feltre, città della Marca Trivigiana, un dottore e poeta per nome *Panfilo Castaldi* che vi aveva instituita una scuola di lingua italiana, molto frequentata da scolari che vi giungevano anco da remoti



3. Officina per la fusione dei caratteri.

paesi; fra questi, si procurò maggior fama Fausto Comesburgo, che è propriamente il Giovanni Faust di Magonza. Questi, divenuto l'amico di Castaldi, visse nella casa di lui

Digitized by Google

per tutto il tempo che rimase in Feltre. Vuolsi dal cronista Cambruzzi e dal Ticozzi, che scrissero la storia di quella città, che mentre Gutenberg adoperava ancora, per stampare i suoi libri, tavolette di legno o di metallo, *il Castaldi più ingegnoso e più fortunato de' socii magontini avesse fatta la scoperta dei caratteri mobili prima ancora dell'arrivo di Faust in Feltre* e che questo Faust al suo ritorno in Germania vi abbia portata e fecondata con l'assiduo lavoro l'invenzione del Castaldi.

Sopra le asserzioni di questi due cronisti, le quali non sono molto facili a verificare, si fonda una certa agitazione fra i nostri tipografi per rivendicare al Castaldi l'invenzione della stampa ovverosia dei caratteri mobili. Tutto ciò che si fa per rivendicare le glorie nazionali, è sempre onorevole, e desta molta compiacenza vedere l'operaio prendere parte a queste rivendicazioni, a questi studii. Osserviamo però che è di tutti i paesi la gara di attribuire a qualche proprio concittadino la gloria d'ogni invenzione: ciò giova a far conoscere i germi delle grandi scoperte, le quali non nascono mai da sole come i funghi. Ma dopo tutto, qual è il vero inventore?

Ce lo dica un italiano, il Frisi: « L'epoca di tutte le « scoperte deve fissarsi non già ad un primo lampo, a « qualche idea indeterminata o a qualche rimota relazione, « ma bensì all'analisi o allo sviluppo degli elementi che « formano e definiscono un'invenzione. » E il Frisi dice questo nella vita di Galileo, rispondendo agli olandesi che disputano al Galileo l'invenzione del telescopio, nello stesso modo e per le stesse ragioni che noi ora disputiamo a Gutenberg l'invenzione della stampa.

Ciò è buono a notarsi, fin dal principio di questo libro che ragiona delle invenzioni e degli inventori.

—

Ora è tempo di dirvi qualche cosa del modo con cui si ottengono que' fogli di carta che vi istruiscono e vi dilettano e qualche volta anche vi annoiano.

La stampa in caratteri mobili si eseguisce per mezzo di lettere isolate, detti *caratteri*, che si riuniscono per modo da comporre successivamente le parole, le linee, le pagine.

La materia onde si formano i caratteri, è una lega di 80 parti di piombo e 20 di antimonio: talora un poco di stagno o anche di rame, per render più dura la materia.

Ecco come si formano i caratteri. Prima di tutto l'intagliatore deve fare per ogni lettera un doppio lavoro: sopra un corto pezzo d'acciaio ben temprato intaglia in rilievo i soli spazi interni e voti delle varie lettere: e questo si dice *contrappunzone;* poi sopra un altro pezzo d'acciaio più robusto e lungo un dito, detto *punzone*, fa a colpi di martello l'impronta del contrappunzone, salvo poi a rifinirne esteriormente la figura colla lima ed anche col bulino.

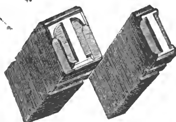
Uno solo di questi tipi primitivi d'acciaio fornisce un gran numero di *matrici*, che sono pezzi di rame in forma di parallelopipedi, grossi ed alti quanto esige la grossezza che si vuol dare al carattere: questo vi si imprime col punzone a replicati colpi di martello sur una delle sue facce lunghe. La lettera riesce rovesciata nel punzone e torna diritta nella matrice. Con una matrice sola si ottiene una infinità di caratteri.

La lega accennata più sopra viene messa in fornelli appositi per esservi fusa e ridotta in verghe. Il metallo strutto viene versato quindi nella *forma*, ch'è una macchina di ferro ricoperta di legno, dentro la quale sta la matrice. Di là escono i caratteri.

La figura 3 rappresenta un'officina per la fusione dei caratteri. Quattro operai stanno intorno ad un fornello circolare, che contiene entro padelle la lega di antimonio e di piombo; essi gettano nelle forme la lega fusa: e perciò si dicono *gettatori*. Altri operai staccano dal getto le parti che sono di troppo nella lettera ottenuta.

Il carattere da stampa si compone di due parti: 1° la lettera stessa, 2° il piede allungato e incavato sul quale

la lettera è fissata, e che deve permettere allo stampatore di maneggiarla facilmente nel lavoro della composizione.



4. Caratteri di stamperia.

Uscite dalla fonderia, le lettere vengono consegnate agli operai stampatori che le ordinano in casse divise in parecchi cassettini.

Per mettere assieme le lettere destinate a formare una parola, il compositore le pone una ad una in un piccolo istrumento, detto *compositoio* (fig. 5), che è formato di

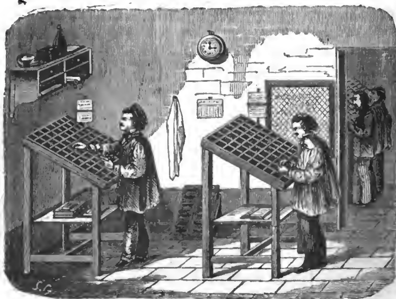


5. Compositoio.

una lamina di metallo, ripiegata a squadra per lo lungo, chiusa all'un de' capi con un pezzo saldato. L'altro capo si chiude dal compositore, dopo finita ogni linea, col *tallone* che si fa scorrere per mezzo di una vite. Quando la prima linea è composta, si mette sopra, una lamina di metallo, detta *interlinea*, per lasciare nella stampa una conveniente ed uniforme distanza. Questa interlinea viene frapposta sempre tra una linea e l'altra. — Un compositore può *levare* diecimila lettere al giorno, e s'è fatto il calcolo che nei trecento giorni di lavoro dell'anno, la mano destra dell'operaio compositore percorre in media mille trecento leghe.

Digitized by Google

Quando il *compositoio* è pieno, se ne tolgono le linee, stringendole tra il pollice e l'indice, e si mettono sul *vantaggio*, piccola tavoletta che vedi alla figura 7. Quando



6. Operai compositori al loro lavoro.

anche questo è pieno si dispone la composizione a pagine che si legano assieme con una funicella; e si mettono sulla *balestra*, ch'è un vantaggio più grande. La serie delle



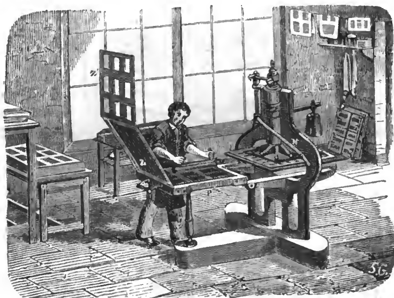
7. Vantaggio.

pagine che si vuol stampare viene stretta da pezzi di ferro o piombo o legno, e così messa sul torchio: allora prendono il nome di *forme*.

Pronte le forme, resta ancora da *tirarle* sulla carta. Fino al nostro secolo, quest'operazione non si sapeva eseguire che col *torchio a mano;* ed oggi ancora, che fu inventata la macchina a vapore di cui parleremo più sotto, è il mezzo più usitato nelle tipografie povere, e quando non si tratta di tirare molte migliaia di esemplari.

Ecco qui la figura del torchio ordinario (8).

Posta la forma sulla lastra P, l'operaio la spalma d'in-



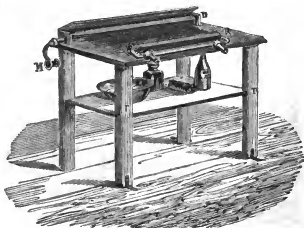
8. Torchio ordinario.

chiostro per mezzo di un rullo elastico. La carta bagnata viene posta sul telaio Z, a questo si sovrappone parallelamente il telaio a giorno Z', che serve a tener ferma la carta, e conservar pulite le parti del foglio che non devono ricevere l'impronta dei caratteri; i due telai così riuniti sono quindi abbassati sulla forma, che, per mezzo di un manubrio si fa scorrere sotto il piano N, che si dice il *corpo* del torchio, al quale vien dato un movimento

Digitized by Google

di pressione per mezzo di una vite. Voltando il manubrio in senso inverso, l'apparecchio torna indietro, se ne leva il foglio che è stampato, per ricominciare la stessa operazione per un altro foglio.

La figura 9 mostra come si intridono di inchiostro i rulli o mazzi, coi quali poi si spalmano d'inchiostro le forme. Una provvigione d'inchiostro nero e tegnente composto di negrofumo impastato con olio di noce o di linseme, è posta in un'incanalatura che termina la tavoletta T.



9. Tavoletta per inchiostrare i rulli.

Col manubrio M, l'operaio fa girare il rullo D, che fa passare una certa quantità d'inchiostro sulla superficie piana della tavola. Il rullo portatile R ne resta tutto intriso, girandolo sulla superficie, e viene quindi trasportato sul torchio, come s'è veduto nella figura 8.

La prima *macchina a vapore* o *torchio meccanico* per la stampa fu inventata dall'inglese Nicholson nel 1790.

La figura 10, che presenta un ottimo sistema di torchio meccanico, farà comprendere meglio d'ogni spiegazione i mezzi che servono oggi a tirare le stampe con immensa rapidità e senza bisogno che di due operai.

A è una ruota messa in movimento dal vapore. Una

Digitized by Google

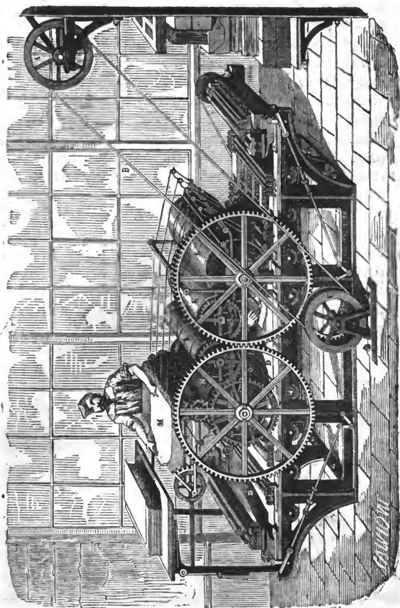
coreggia B trasmette il movimento alla ruota C. Questa s'ingrana con la gran ruota dentata che le sta di sopra, e questa con la vicina. Queste due ruote e tutti i cilindri sui quali sono fissate, sono dunque dotati di un movimento di rotazione. Un tavolone D che porta le forme già bell'e composte riceve dalla ruota C un movimento orizzontale di andirivieni. Un operaio mette il foglio di carta bianca M sul pendío di tre cilindri, che lo trascinano su un quarto cilindro H, che lo fa passare sulla tavolona D, ove incontra il principio della forma inchiostrata che si avanza nello stesso senso, e contro la quale resta compresso. Per tale contatto e tale pressione, la carta si trova interamente stampata.

Ma non c'è ancora che una parte del foglio stampata, ecco come si fa a stampare l'altra parte, cioè la *volta*. Quando il foglio è stampato da una parte, questa parte stampata va ad avvolgersi, per mezzo di alcuni nastri convenientemente disposti al suo passaggio, sulla superficie del cilindro I, tenendo al di fuori la parte bianca; la parte bianca si avvolge poi sulla superficie del cilindro K, e passa al di fuori la parte stampata. La quale finalmente passa ad avvolgersi da sè sulla superficie del cilindro L, e torna al di fuori la parte bianca per ricevere l'impressione sur una seconda forma il cui andirivieni è connesso alla rotazione del cilindro L.

Una combinazione ingegnosa di nastri è quella che fa passare il foglio di carta da un cilindro all'altro. Finalmente, è la macchina stessa che mette l'inchiostro sulle forme per mezzo di meccanismo particolare, prodotto da un sistema di rulli che si vede all'estremità sinistra della figura.

Di questi torchi meccanici ve n'ha molte specie perchè si cerca ogni giorno di perfezionarli. Il famoso giornale inglese, il *Times*, ne adopera una inventata dal signor Applegath che stampa 10,000 esemplari all'ora, ossia 168 fogli al minuto. È finora il torchio più perfetto che esista, e potrebbe stampare 12,000 esemplari all'ora.

Digitized by Google



10. Torchio meccanico, ossia macchina a vapore per la stampa.

Digitized by Google

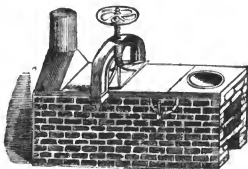
LA STEREOTIPIA

Generalmente dopo avere stampata un'opera, gli operai tipografi la scompongono, ossia rimettono ogni lettera nell'apposita casella, per modo che diventa impossibile un ulteriore tiratura. Avviene però talvolta che un'opera di cui siensi tirati un certo numero di esemplari abbia uno spaccio maggiore di quello che si prevedeva, l'editore ne rimane privo e non può quindi soddisfare alle nuove richieste che di quell'opera gli vengon fatte dai librai e dai privati. In tal caso egli è obbligato a far nuovamente *comporre* tutta l'opera in tipografia, per poterne poi tirare di bel nuovo quel numero di esemplari che crederà necessario. Ma per ricomporre tutta l'opera è mestieri consumare non poco tempo e spendere una somma non indifferente. Onde evitare questo maggior dispendio di tempo e di denaro, è da non molti anni venuta in uso la *stereotipia* di cui vogliam ora darvi un cenno.

Dopo tirato quel numero d'esemplari dell'opera che si stampa, che si ritiene opportuno; si preparano dei cartoni speciali composti di cinque a sei fogli di carta fina di seta incollati l'un sopra l'altro mediante uno strato di pasta, formata di farina di frumento e bianco di Spagna, che si distende sulla carta per mezzo d'un pennello. Si dispone il cartone così preparato sopra la forma, ossia sul complesso dei tipi formante una pagina, la qual forma è stata previamente spalmata con un po' d'unto onde impedire la troppa aderenza fra i tipi ed il cartone; si comprime quest'ultimo mediante un'apposita spazzola, e quando il rilievo dei tipi sta per forare in più punti il cartone, vi si incolla sopra un altro foglio di carta, e si ripete con la spazzola la compressione

che viene ultimata sotto apposito torchio. Dopo quest'operazione il cartone presenta in incavo tutte le particolarità che la forma presenta in rilievo: cioè ogni lettera sembra incavata nel cartone ed il cartone offre quindi un'immagine incavata e perfettamente fedele della pagina su cui fu compresso. I cartoni così preparati si asciugano e si disseccano a lento fuoco per poi servirsene all'occasione. Queste sono le *madri* o *matrici.*

Quando ha in magazzino queste *matrici,* l'editore sarà ben contento che si esaurisca la prima edizione del suo libro; egli non avrà più da ricomporre tutta l'opera; chè,



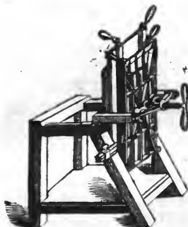
11. Fornello per la fusione del metallo, e torchio per la compressione dei cartoni.

i cartoni ottenuti nel modo che abbiam detto gli offrono un mezzo facile ed economico per ottenere in pochi istanti tutta la composizione dell' opera; basta infatti prendere quelle *matrici,* e colarvi sopra allo stato liquido il metallo da caratteri, servendosi d'apposito torchio (vedi fig. 12) che tien salda la matrice durante quest'operazione. Questo metallo va ad occupare tutti gl'incavi della matrice; e, raffreddato che sia, avete la vostra pagina bella e fatta, ove son riprodotte con fedeltà tutte le parole, i segni che prima esistevano nella composizione originale; con tutta la malignità del mondo non sareste capaci di ritrovare in questa nuova forma, così ottenuta, neppure la man-

Digitized by Google

canza di una virgola o di un punto sull'i. Allora non resta altro a fare che prendere i pezzi di metallo così ricavati dalle matrici e portarli sotto ai torchi tipografici per ottenerne poi quante copie si vuole.

È in questo modo che certi grandi giornali che devono essere stampati a decine di migliaia di esemplari, in poche ore, vengono stereotipati: non appena composti, se ne ricavano cinque o sei stereotipie per modo che altrettante macchine tipografiche possono funzionare contemporanea-



12.

mente. Il giornale più diffuso in Inghilterra, il *Times*, si stampa durante la notte a questa guisa.

Ma la stereotipia non è vantaggiosa soltanto per la celerità e l'economia, essa è inoltre utilissima quando devonsi ottenere opere stampate con tutta l'esattezza, o come dicesi, con tutta la *correzione* possibile; poichè colla stampa ordinaria anche dopo corrette le bozze non si può star certi che una qualche lettera non si sposti durante la tiratura e venga falsamente sostituita dagli operai; inoltre una seconda edizione potrebbe risultare

più imperfetta, o *scorretta*, della prima; con la stereotipia non si introducono certamente nuovi errori e si è sempre al caso di correggere con facile manovra quelli che si rendessero manifesti. Per tal motivo le opere che richiedono una correzione rigorosa, come sarebbero le tavole numeriche adoperate dai matematici, le opere dei classici, le enciclopedie; dopo essere state ripetutamente rivedute sulle forme, vengono stereotipate, e se ne stampano stereotipicamente anche le prime edizioni. Le tavole logaritmiche-trigonometriche del Callet furono le prime ad essere stampate a questa guisa nel 1797 dal celebre editore Firmin Didot, a cui dobbiamo l'invenzione della stereotipia: ed è in grazia alla somma cura portata dal Didot stesso nella correzione di quelle tavole, che esse sono considerate anco al presente come le più esatte.

L' INCISIONE.

Incisione per incavo e in rilievo. — L'incisione in rame. — Maso Finiguerra. — Marc'Antonio Raimondi. — L'incisione all' acquaforte. — Gara di inventori. — Venceslao d'Olmütz. — L'incisione in legno. — I libri illustrati. — Alberto Durer. — L'incisione sulla pietra e sul cristallo. — Le corniole e i camei. — Altre incisioni. — I biglietti di banca.

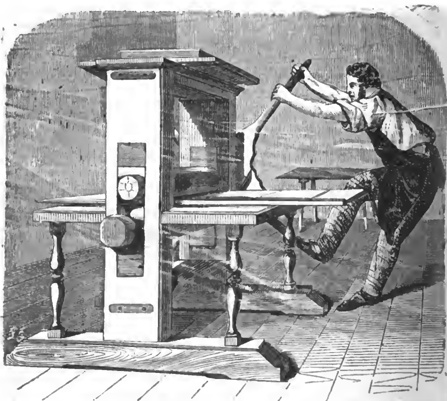
Fra tutte le arti, l'incisione è forse la prima che sia stata messa in pratica; trovansi infatti differenti pezzi di metallo con ornamenti o figure incise dagli Egizii, i Romani ed i Greci. Come esempio d'incisione anco presso gli Ebrei si potrebbe citar la piastra d'oro col nome di *Jehovah* ch'era posta sul berretto del loro sommo pontefice. Tuttavia la incisione propriamente detta, cioè la riproduzione sulla carta di disegni incavati o rilevati sul metallo o sul legno, non è di data antica; essa non risale che al tempo del rinascimento, quando fu scoperto in Italia il modo di tirar una prova sulla carta, di una piastra di metallo inciso.

Facendo grazia al lettore dei numerosi metodi con cui si pratica oggi l'incisione, diremo solo dei principali. Del resto la materia su cui si incide può essere svariatissima come il legno, il rame, l'acciaio, la pietra, il cristallo; ma i sistemi possono restringersi a due, o in rilievo come i caratteri per la stampa, o per incavo. L'incisione in legno è formata in rilievo; quella in rame, di tratti incavati che s'empiono d'inchiostro e che si imprimono sulla carta inumidita facendo passare il rame fra due cilindri.

L' INCISIONE IN RAME.

Questa, ch'è la più antica di tutte, non fu scoperta

che nel 1452 dall' orefice firentino *Tommaso Finiguerra.* Questo artista, avendo condotto a termine una piastra d'argento per S. Giovanni di Firenze, studiava il modo di conservare l'impronta di alcune figure che vi aveva incise. Imaginò egli di tingere la sua opera con nero fumo infuso nell'olio, e di comprimere la sua piastra sopra un foglio di



13. Torchio per le incisioni.

carta umida. L' operazione riuscì, ed ecco inventate le *stampe,* di cui gli antichi non avevano la menoma idea.

Siccome da principio l'incisione non serviva che ad ornare i gioielli, le piastre di cui si faceva uso erano piccolissime e il metallo adoperato era l'argento. Quando poi ad esempio di Maso Finiguerra, si volle incidere su grandi

piastre per trarne gl'impronti sulla carta che prende il nome di *stampa*, un metallo meno prezioso, lo stagno, fu sostituito all'argento. Ma lo stagno era sì molle da fornire appena una ventina di riproduzioni. Ad un altro italiano, il celebre *Marc'Antonio Raimondi* spetta il vanto d'aver surrogato il rame allo stagno. Questo grande maestro, uno dei primi creatori dell'incisione al bulino, portò quasi subito l'arte alla perfezione. Dobbiamo a lui la riproduzione dei principali quadri e disegni di Raffaello; e le sue opere che risalgono ai principii dell'arte, sono pure i più bei monumenti del genio umano. Dopo il Raimondi, fu sostituito al rame l'acciaio, che per la sua estrema durezza basta alle tirature più numerose. Mentre una lamina di rame dà non più di 3 a 4 mila stampe, quella d'acciaio ne può fornir sino a 20,000.

L'incisione al bulino, semplicissima nel suo meccanismo, richiede dall'artista abilità e destrezza speciale. Essa consiste nel formare il disegno sulla sostanza del rame per mezzo di incavi differentemente incrociati.

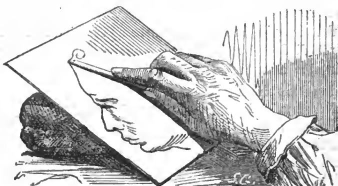


14. Bulino.

Sopra una piastra di rame purissimo, e già ripulita con mezzi speciali, si comincia a tracciar leggermente il disegno con una punta d'acciaio, sia sulla piastra nuda o sia sopra una vernice nera. Chiamasi *bulino* l'istrumento di acciaio che serve ad intagliar profondamente il metallo. È questo un piccolo pezzo d'acciaio ben temprato, la cui estremità, tagliata di traverso, presenta una punta allungata ed acuta. Esso è incastrato in un manico di legno che l'artista tiene nella palma della mano, mentre l'estremità dell'istrumento è distesa sul metallo da incidere. Le dita

servono a dirigere la punta del bulino ricevendo l'impulso di tutto il braccio.

Le più belle incisioni al bulino furono fatte nel XVII secolo da Agostino Caraccio, Sadeler, Paolo Ponzio, Vorstermann, Masson, ecc. Nel XVIII si citano i nomi di Wille, Raffaello Morghen che va sopra tutti, Bervic e Tardieu. Il nostro secolo XIX produsse Toschi, Jesi, Calamatta. Quest'ultimo è presentemente professore dell'Accademia di Belle Arti in Milano, ma senza allievi. L'incisione in rame, lavoro d'arte, difficile e lungo, è quasi abbandonata, avendo dovuto cedere il campo ai più facili



15. Modo di incider col bulino.

e più economici meccanismi dell'incisione in legno, della litografia, della fotografia, che servono allo stesso scopo di riprodurre a migliaia di copie i disegni.

Gli artisti del XVI e del XVII secolo incidevano, i più, col bulino solo. Oggi si prepara quasi sempre il lavoro intonacando la piastra di acqua forte; il bulino non serve che a terminare l'opera già incominciata.

L'INCISIONE IN RAME AD ACQUA FORTE.

consiste nell'incavare il metallo per l'azione dell'acido nitrico diluito nell'acqua, che corrode e incava il rame e l'acciaio.

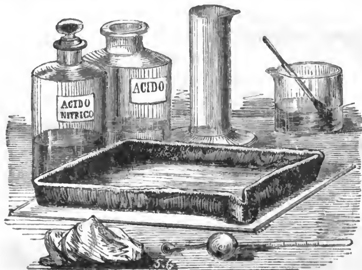
Digitized by Google

Per incidere ad acqua forte si intonaca una piastra di rame con una leggera vernice di cera che si distende e



16. Modo d' inverniciare l' incisione.

si annerisce col mezzo della fiamma d'una candela; su quella materia si incide col bulino che leva la cera. Indi



17. Uso della piastra all'acquaforte.

si versa l'acqua forte sulla piastra che è orlata con cera affinchè l'acqua non iscappi. L'acqua forte posta a contatto col rame ne' soli punti toccati dall'incisore col bulino, lo corrode e lo rende atto all'impressione come se fosse stato inciso col bulino, mentre non intaccando menomamente la cera, lascia intatte le parti ch'essa ricopre. D'ordinario, si comincia l'incisione in rame coll'acqua forte e si termina col bulino, il che dà all'opera maggiore uniformità e perfezione.

La Germania disputava fino a ieri all'Italia l'onore di questa scoperta, attribuendola ad *Alberto Durer:* se Francesco Mazzuoli, detto il *Parmigiani,* non fu l'inventore, esso ha il merito di essersi servito pel primo in Italia di questa maniera d'incisione. Ma oggi apparisce che neppure il Durer sia l'inventore. Fu trovata al Museo britanico di Londra un'incisione all'acqua forte dovuta a *Venceslao d'Olmütz* con la data del 1496. Venceslao avrebbe quindi la priorità della scoperta, giacchè la più antica delle incisioni di Alberto Durer porta la data del 1515 e il Parmigiano nacque nel 1503.

Oltre ai tre che abbiamo nominato, si ricordano i nomi di altri artisti che primeggiarono in questa incisione: Berghem, Paolo Potter, Swanevelt, Rembrandt, Annibale Carraccio, Guido Reni, Salvator Rosa, Castiglione, Claudio Lorrain, ecc.

Il torchio che serve a tirare le stampe è differente dal torchio tipografico. La figura 13 ne mostra la struttura.

L'INCISIONE IN LEGNO.

Quest'incisione, che come abbiam detto, si opera in rilievo, presenta un grande vantaggio. I legni incisi possono esser tirati col torchio tipografico, quindi essere posti entro le forme di stamperia, e fornire nel testo stesso dei libri, le stampe che si tirano contemporaneamente al

Digitized by Google

testo. Così si ottengono le così dette *opere illustrate*, cioè le opere che contengono disegni intercalati nel testo. La grande comodità di non fare che una tiratura sola ha dato un'enorme estensione ai giorni nostri alle incisioni in legno, e quindi ai libri illustrati. In questo modo si ottengono le incisioni che vedete in quest'operetta.

Avvi due metodi d'incidere in legno, i quali non devonsi confondere, perchè molto diversi l'uno dall'altro. Il primo, antico e che servì molto tempo alla riproduzione delle opere dei grandi maestri e all'impressione delle vignette destinate ad ornare libri, è oggi quasi intieramente abbandonato al servizio dell'industria manifatturiera. Il secondo al contrario, tutto nuovo, portato dai francesi e specialmente dagli inglesi al più alto grado di perfezione, raggiunge sovente la purezza e la finezza delle migliori incisioni in acciaio.

Gli orientali sono certamente gl'inventori dell'incisione in legno; quest'arte restò per molto tempo ignorata in Europa. Da pochi anni dopo l'invenzione della stampa, data l'incisione in legno e si presume che essa abbia dovuto molto del suo sviluppo ai fabbricatori di carte da giuoco detti in tedesco *formschneider*, vale a dire tagliatori di forme o matrici: così venivano allora appellati gli incisori. Si incisero in seguito le iniziali di qualche libro, ma non è noto il tempo preciso in cui quest'arte siasi applicata a soggetti più importanti. Certo è che prima del 1430 furon incisi sul legno dei soggetti della Bibbia. La più antica stampa di questo genere data dal 1425, e avvi anzi un S. Cristoforo inciso in Allemagna che porta il millesimo 1423.

Però, solo verso il principio del decimosesto secolo, quest'arte si palesò in aspetto più favorevole. A quel tempo *Alberto Altdorffer*, svizzero, eseguì delle piccole incisioni in legno assai rimarchevoli, e contemporaneamente *Alberto Durer* incise in legno disegni di una tal bellezza che il celebre Marc'Antonio e altri incisori italiani li imitarono,

come Mecherino di Siena, Domenico delle Creche, Domenico Campagnola, Ugo da Carpi. A quest'ultimo si attribuisce l'*incisione a chiaro-scuro.*

Il legno proprio a questo genere di incisione è il pero, il melo, il ciliegio. Incidevasi di filo mediante una punta o lancetta, sgurbie e scalpelli di differenti foggie.

La nuova incisione in legno eseguita con metodo affatto differente dall'antico, data da pochissimi anni, ebbe origine in Inghilterra, poi si coltivò in Francia, in Germania e da un vent' anni a questa parte in Italia, dove fu introdotta dal milanese Luigi Sacchi, morto qui nel 1861.

In Italia però non ha ancora preso tutto il suo sviluppo a causa della triste condizione in cui si trovava il nostro infelice paese. Speriamo ora che poco tempo ci basterà per essere anche in ciò al pari delle altre nazioni. Questo genere d'incisione ha moltissimo rapporto colla incisione a taglio ossia in rame, non facendosi più uso della punta, ma del bulino e degli stessi utensili che adoperansi pel rame. Il legno di bosso solo è preferito e lavorasi di testa perchè più compatto. È un genere assai vantaggioso, poichè si stampa all'infinito senza che il legno ne soffra come pretendono alcuni. Si deve però aver l'avvertenza di lavare il legno dopo qualche migliaio di copie, ed asciugarlo bene con essenza di trementina quando si è finito di stampare.

È impossibile l'incidere bene senza saper disegnare, e molto s'inganna chi crede il contrario. Molti pretendono essere l'incisione una copia della pittura, essa ne è invece la traduzione, perchè deve rappresentare gli stessi oggetti senza avere le medesime risorse. L'effetto, il colore e l'armonia dipendono quasi sempre dall'ingegno dell'incisore. Non avendo per rendere tutti questi oggetti che insufficienti equivalenti, l'incisore è obbligato a supplire colla sua intelligenza, tanto più poi quando un quadro non avendo qualche volta rilievo ed effetto che per l'accordo

Digitized by Google

e la varietà dei colori, l'incisore che non ha che il nero e il bianco, è obbligato a creare coi chiaro-scuri l'effetto e l'armonia della sua stampa.

L' INCISIONE IN PIETRA E IN CRISTALLO

sì in incavo come in rilievo, era conosciuta dagli antichi, e fu il solo genere in cui si esercitassero. Quest'arte fu al solito trasmessa dagli Egizii a' Fenici ed agli Ebrei non che a qualche altro popolo orientale, dai quali passò a' Greci ed agli abitanti d'Italia: le più belle incisioni in pietra ci vengono dai Greci, e ciò che fecero in questo genere può dirsi decisamente perfetto. Fra i loro incisori, Teodoro di Samo, e Pirgotele che solo aveva ottenuto il permesso di incidere il ritratto di Alessandro il grande, furono i più celebri. I Romani conobbero anch'essi l'arte d'incidere le pietre ed i cristalli. Quest'arte involta nelle rovine del loro impero ricomparve in Italia nel XV secolo sotto Lorenzo de' Medici.

Giovanni nato a Firenze e conosciuto sotto il nome di *Delle Corniole* perchè si distingueva nell'incidere su queste pietre, fu uno dei primi a dedicarsi a quest'arte. *Domenico de' Camei* milanese fu suo emulo, ed incise sopra una specie di rubino il ritratto del duca Ludovico soprannominato il Moro. Si videro poscia comparire i capolavori di Maria da Pescia, Michelino Giovanni da Castel Bolognese, Valerio Vicino, Matteo dal Nasaro. In Francia salì in fama un certo Guay, che lasciò delle incisioni in pietre semipreziose, degne di stare al confronto colle più belle in questo genere. Rivas nel 1578 trovò per l'incisione in pietre un nuovo metodo che abbrevia di molto il lavoro e permette di portarlo a maggior perfezione. Si noti qui di passaggio che il nome di *cameo*, che si dà a questo genere di lavori, viene dal milanese Domenico Camei sopra citato.

L'acido fluorico, che si ottiene dalla pietra detta *spato fluore* (fluato di calce), è il solo che intacchi il vetro e serve, perciò ad inciderlo: a tale oggetto si copre il vetro di una vernice che non sia attaccabile dall'acido, vi si fanno con un bulino le tracce del disegno che si vuole avere, quindi vi si versa sopra l'acido, dopo fornito il vetro di un orlo affinchè non ne sfugga, ed accadutone l'effetto, si leva la vernice, e si ha l'incisione voluta.

ALTRE INCISIONI.

L'incisione in rilievo non si eseguisce solamente sul legno; la si adopera anche per metalli, specialmente il rame e qualche volta l'acciaio. Così lavorano gl'incisori di sigilli e di medaglie, e si ottengono quelle specie di stampiglie destinate a stampare a mano il nome e i distintivi di una fabbrica, di una casa di commercio, ecc. Questi non son certo oggetti d'arte, ma tra i prodotti dell'arte più squisita vanno annoverate le incisioni eseguite in rilievo nell'acciaio, per ottenere quei disegni e quelle cifre complicate proprie ai biglietti di banca, ai francobolli e ai bolli degli effetti cambiarii. L'esecuzioni di siffatti tipi in acciaio è affidata agli artisti più abili e più sperimentati, perchè occorre ottenere imagini, segni o cifre che nè la mano dell'uomo nè la stampa non possano imitare.

Per l'*incisione a mezza tinta* si prende un rame intieramente granellato col mezzo d'uno strumento dentato; indi vi si calca il disegno ed i chiaro-scuri; poi questi chiaro-scuri si danno col mezzo d'un altro strumento che facilita sì fatto genere d'incisione. L'invenzione ne è attribuita ad un certo Rupert.

V'è pure un'altra invenzione chiamata *incisione a pennello*, è più presta di tutte le altre.

Digitized by Google

LA LITOGRAFIA.

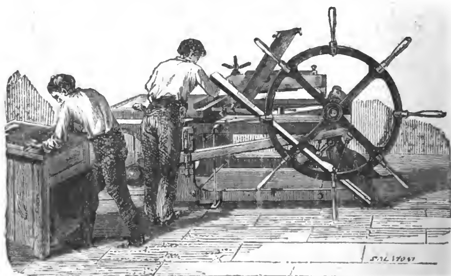
Processo della litografia — Sue cause. — La pietra di Monaco. — Storia dell' invenzione. — Luigi Senefelder. — Senefelder e la sua lavandaia. — Progressi della litografia.

Vi ho parlato dell' incisione in legno ed in acciaio: devo parlarvi ora di un' incisione più economica e più moderna, quella sulla pietra. Quest' arte dicesi *litografia* dalle due voci greche *lithos* pietra e *grapho* scrivo; ed ha lo scopo di sostituire al legno ed ai metalli che servono ad eseguire le incisioni una semplice pietra calcarea, per ridurre a basso prezzo la riproduzione dei disegni. Quest' invenzione è del nostro secolo. Vero è che già erasi tentato di incidere in rilievo sul marmo o su una pietra calcarea, mediante un acido, ed è pur noto il processo popolare per incidere dei caratteri sopra i gusci d'uovo che sono della stessa natura che la pietra calcarea [1]; ma il principio della litografia si fonda sopra un'azione del tutto differente. E non si tratta già di incidere in rilievo sulla pietra, sì bene di modificare chimicamente la superficie della pietra per modo che certe parti possano ricevere l'inchiostro di stampa ed altre abbiano a respingerlo. È questo un fenomeno curiosissimo di fisica molecolare di cui importa conoscere bene la natura, per non cadere negli errori che si commettono da molti spiegando la natura della litografia.

[1] Questo processo consiste nel tracciare disegni o caratteri col sego sopra il guscio d'uovo e immergerlo nell'aceto; l'acido incava le parti del guscio non tocche dal sego, e i caratteri o disegni restano così in rilievo.

Ecco un'esperienza che dovete aver fatta molte volte: avrete cioè proiettato il vostro fiato sopra un vetro, e visto allora tutta la superficie coprirsi di vapore; ma se prima di dirigere il fiato avrete tracciato col dito un solco sul vetro, la parte toccata dal dito non ne verrà punto appannata. Ebbene l'operazione litografica ci presenta un fenomeno della stessa natura.

La pietra calcarea per quest'uso dev'essere di grana assai fina, dalla superficie perfettamente piana, senza di-



18. Torchio litografico.

fetti e ben liscia, per modo che la penna o la matita vi corra sopra con la massima facilità. Questo genere speciale di calcarea (carbonato di calce) ha il nome proprio di *pietra litografica,* e dicesi anche *pietra di Monaco* perchè si trae in gran parte dalla contea di Pappenheim in Baviera. Anche a Châteauroux, in Francia, esiste una cava di pietre litografiche eccellenti per la riproduzione della scrittura. In Italia non mancano le cave, ma, come avvien sempre da noi, mancano i danari e il coraggio

per lavorarle e trarne profitto; così che in sul Bresciano, nella riviera ligure e in Toscana si cavano pietre per i lavori più ordinarii, ma se si mettesse mano agli strati inferiori non è dubbio che si troverebbero pietre perfettissime.



19. Statua di Luigi Senefelder.

Per servirsene a riprodurre un disegno, bisogna innanzi tutto forbirle con gran cura. L'artista eseguisce poi sulla pietra il disegno che vuol essere riprodotto, con una matita grossa, composta per solito di sapone e nero fumo, che si taglia come una matita qualunque. Qualche volta

si eseguisce il disegno a penna sulla carta, e poi, con un processo particolare, si trasporta sulla pietra; ma la riuscita non è ugualmente perfetta.

Quando il disegno è sulla pietra, vi si passa sopra dell'acqua forte (acido nitrico) diluita ossia sciolta nell'acqua. Quest'acido attacca la pietra solamente nei punti che non furono tocchi dalla matita. Dopo quest'operazione si lava la pietra con acqua semplice; indi la si torna ancora a lavare con essenza di terebinto per togliere ogni traccia di disegno e di corpo grasso. Passando l'inchiostro sulla pietra così trattata che non presenta nessun tratto alla superficie; si ottiene per mezzo del torchio una prova del disegno sulla carta.

Non è egli ben curioso che questa pietra che non presenta più nessun rilievo, nessun disegno visibile, dia la stampa passandovi sopra il rullo dell'inchiostro e imprimendovi la carta? Come spiegarsi questo fenomeno? Le parti che l'acido ha attaccate non prendono l'inchiostro; lo prendono quelle invece che l'acido lascia intatte. Non bisogna credere che quell'indistinto rilievo che può presentare il disegno si impregni d'inchiostro; qui si tratta, come vi ho detto, di un fenomeno speciale di fisica molecolare. L'azione corrosiva dell'acido nitrico operò una modificazione fisica sulla pietra, le parti attaccate dall'acido respingono l'inchiostro; le parti che respinsero l'acido, e son quelle tocche dalla matita, ricevono l'inchiostro, e perciò si riproducono sulla carta.

È lo stesso fenomeno che vi ricordai più sopra del fiato sul vetro. Se passate il dito sopra un vetro, avrete un bel respirare, ma le parti tocche dal dito non riceveranno il vapore acqueo, mentre le altre parti ne resteranno coperte. Un fenomeno dello stesso genere dovrò accennarvi quando venga a parlare del dagherrotipo; le parti della piastra d'argento che la luce non ha toccate, non possono impregnarsi di vapore di mercurio, e questo vapore si

fissa unicamente nelle parti della piastra rivestita di ioduro d'argento cui la luce ha toccate e con ciò solo modificate chimicamente.

La tiratura delle litografie si opera con un torchio differente da quello da stampa o da incisione. Nella figura 18 si vede l'operaio litografo intento a tirare le prove. È indispensabile dopo ogni copia che si tira, di bagnare di nuovo la superficie della pietra; che se la pietra non si tenesse costantemente umida, l'inchiostro si spanderebbe da per tutto e non si otterrebbe più alcun risultato.

Le pietre litografiche essendo di certo valore, specialmente se grandi, si adopera talvolta in loro vece le piastre di zinco. La sostituzione delle lastre di zinco alle pietre litogfirache che si dice *zincografia*, era stata già effettuata dall'inventore di quest'arte di cui vi parlerò adesso.

Luigi Senefelder, il creatore della litografia, nacque a Praga nel 1771 da un attore del teatro di corte di Monaco, e cominciò la sua carriera in questo istesso teatro come corista. Compose due o tre produzioni che non ebbero gran successo, *Matilde d'Allenstein* e i *Goti d'Oriente;* e per farle apprezzare meglio dal pubblico risolse di stampare le sue opere. Benchè poverissimo e senza protettori, senza beni di fortuna, riuscì a farne stampare una; ma quanto alle altre, non avendone i mèzzi, si scervellava per trovare qualche nuovo metodo da riprodurre più economicamente la scrittura. Sono indescrivibili tutti i perseveranti lavori per cui quel giovane, privo di soccorsi e perfino di incoraggiamenti, dovè passare prima di scoprire quel semplice e ammirabile mezzo di riproduzione che tanto giovò a rendere popolari le opere dell'arte moderna.

Fra i varii mezzi tentati, quello che gli riusciva meglio era una specie d'imitazione dell'incisione all'acquaforte.

E' scriveva con una vernice sopra una piastra di rame, e dava poi il rilievo ai caratteri, attaccando all' acqua forte la piastra di rame. Se non che bisognava scrivere a rovescio; e il povero giovane lavora, lavora sempre, e riesce a imitare a mano i caratteri di stamperia. Ma su-



20. Senefelder e la sua lavandaia.

perata una difficoltà ne nascon cent' altre; le piastre di rame costano troppo, è difficile pulirle a dovere, poi si guastano facilmente, e poi è quasi impossibile farvi correzioni e ritocchi.

Scoraggiato da tante difficoltà il pover'uomo stava per

rinunziare all' impresa, quand'ecco un' idea nuova gli viene alla mente. Nei dintorni di Monaco, esisteva una cava abbondante di pietre calcaree che servivano a far il pavimento delle stanze: queste pietre di grana finissima si pulivano con la massima facilità. Senefelder concepì allora l'idea di sostituire queste pietre alle piastre di rame di cui faceva uso. Ma e poi? non c'era verso per approfittare di tale sostituzione.

Il caso che aiutò Galileo, che aiutò Newton, che aiuta tutti gl' inventori purchè siano osservatori, aiutò Senefelder. Un giorno, mentre egli era intento a' suoi vani tentativi, entra nella sua povera stanza la lavandaia a prendere la biancheria. Per non incomodarsi, per bizzaria più che altro, Senefelder scrive sulla stessa pietra la nota della biancheria coll' inchiostro grasso che ha per le mani. Chi sa mai, pensa l'antico corista rimasto solo, chi sa che gettando l'acido che mi serviva ad incavar le piastre di rame, io non possa dare alla pietra un rilievo sufficiente a fornire le stampe?

Detto e fatto: e la prova riesce, non del tutto, ma abbastanza per servire di punto di partenza a un'altra serie di ricerche lunghe e variate che condussero Senefelder all' invenzione della litografia.

Ed egli ebbe inoltre una fortuna concessa a pochi inventori: che non solo fece l' invenzione, ma ebbe il tempo anche di perfezionarla, ebbe il piacere di goderne. Infatti tutti gli istrumenti che ancor oggi si usano per quest'arte sono dovuti al giovane boemo. All' invenzione definitiva della litografia si può dare la data del 1799. Il re di Baviera diede al Senefelder il ben giusto privilegio di usarne esclusivamente per 15 anni: privilegio che gli fu pure accordato a Vienna, a Londra, a Parigi. Egli aprì dapprima a Offenbach, poi a Vienna e finalmente a Monaco, una stamperia litografica, la cui fortuna fu rapidissima, e che sparse prontamente nel commercio i capolavori dei

maestri dell'arte. Dopo aver goduto dell'immensa estensione della sua scoperta, dell'ammirazione dei contemporanei, dei servigi prestati alle arti, l'eminente artista morì a Monaco nel 1834.

Oggi non v'ha città in Europa, dove non esista qualche litografia. Da noi quest'arte non è per anco riuscita a quella perfezione che toccò altrove, e pochi sanno dare alle stampe quella nitidezza che in Inghilterra, in Germania, in Francia, le fa rassomigliare a incisioni al bulino. Ciò dipende da questo, che i litografi nostri pensano più al mestiere che all'arte e non seguono i perfezionamenti che ogni giorno s'introducono all'estero; ma da qualche tempo si è stabilita a Milano la litografia Borzino che dà fuori stampe bellissime, anche a colori, che possono rivaleggiare coll'estero.

Se non che, è nato un rivale alla litografia. Come questa detronizzò in gran parte l'incisione in rame, la fotografia che riproduce al naturale le bellezze dell'arte e quelle della natura, e di cui vi parlerò più innanzi, minaccia detronizzare la litografia.

Digitized by Google

LA CARTA

I papiri. — Carta di cotone. — La carta di lino, invenzione italiana. — Pace da Fabriano. — Luigi Robert inventa la macchina per la carta. — Come si fabbrica. — Carta alla forma. — Carta alla macchina o senza fine. — Un po' di statistica nostrana. — Il cartone. — Carta straccia, carta sugante, carta velina, carta pestà. — La pergamena. — Carton pietra, carta d'amianto.

Vi abbiamo parlato della stampa, della litografia, dell'incisione, insomma di tutti i modi di riproduzione delle opere della penna e del pennello. È tempo che vi diciamo qualche cosa della materia su cui queste riproduzioni si eseguiscono e si spandono a migliaia: della carta.

Le fibre vegetali preparate in modo da ricevere la scrittura sono d'origine antichissima. Gli Egiziani ne facevano uso da tempo immemorabile; ed essi trasmisero a' Romani le preparazioni che permettevano di trasformare le fibre vegetali in superfici pulite, bianche, pieghevoli e durevoli.

Il *papiro* è una pianta che cresceva un tempo in grande abbondanza sulle paludi dell' Egitto. Di questa pianta, preparata a modo, gli Egizii ed altri popoli si servirono per iscrivere.

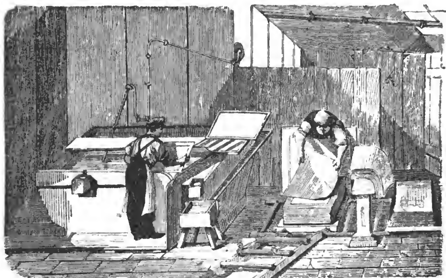
La qualità più fina avea nome *papiro ieratico,* perchè se ne servivano i sacerdoti a scrivere i libri religiosi; e, per paura di vederlo dedicato a scrittore profano, le leggi egiziane proibivano il venderlo agli stranieri.

Alcuni amatori romani, non potendo comperare questo papiro, pensarono di comperare gli stessi libri religiosi; indi li lavarono, per iscrivervi alla loro volta quel che loro piaceva. Questo papiro lavato, stimatissimo a Roma, si chiamava *papiro augusto.*

Digitized by Google

Ma in Oriente si preparò per la prima volta la carta propriamente detta. I Cinesi la fabbricavan di seta, i Giapponesi, di cotone, di canape, di corteccia di gelso, di paglia di riso.

Da tempo immemorabile si fabbricava la carta in Oriente, allorchè verso l'XI secolo manifatturieri arabi andarono a stabilire nelle Spagne le fabbriche di carta di cotone. Dalla Spagna quest'utile trovato si sparse in tutta l'Europa; naturalmente però, quella carta era molto im-



21. Fabbricazione di un foglio di carta alla forma.

perfetta, non conoscendosi ancora i mulini ad acqua nè i vari apparecchi che rendono la carta atta a ricevere la scrittura: essa era fabbricata di cotone crudo, avea poca consistenza e si lacerava al menomo sforzo.

Ma il trovato della carta di lino e di stracci di tela è gloria tutta italiana, benchè i Tedeschi ce la contestino. Documenti autentici provano che primo ad usarne fu un tal *Pace da Fabriano*, e ciò nella metà del XIII secolo. Qui diciam di passata che le più antiche cartiere d'Italia

Digitized by Google

son quelle di Fabriano, conservatesi per lungo tempo in bella rinomanza. Gli stracci sminuzzati, bolliti nell'acqua e tenuti poi in una specie di fermentazione, venivano così a formare una pasta propria ad essere convertita in carta.

Le prime carte fabbricate in Europa erano destinate alla scrittura; per ciò aveano molto corpo e molta colla. Anche i primi libri stampati furono eseguiti su carta con colla, il che permetteva più facilmente di coprirle di disegni e d'ornamenti a mano per renderli rassomiglianti ai manoscritti e farli, come tali, pagar più caro. Nel XVI secolo si cominciò a stampare su carta senza colla, e così il prezzo della carta da stampa diminuì della metà.

Per i due secoli seguenti, i perfezionamenti di questa importante industria furono scarsi e lentissimi. Tutte le operazioni si eseguivano a mano, e perciò occorrevano troppi operai. La invenzione capitale della fabbrica della carta a macchina si deve ad un operaio francese. Nel 1799 *Luigi Robert* imaginò una serie di apparecchi meccanici che permettevano di fabbricare carta di lunghezza indefinita, e perciò detta *carta senza fine*, sopra una larghezza determinata.

L'inventore ottenne dal suo governo una ricompensa di 8000 franchi, che non era certo sufficiente ad applicare e perfezionare l'invenzione. L'operaio dovette venderla ad un fabbricatore che andò in Inghilterra a cercare soccorsi per attuare quest'importante invenzione. La sua speranza non fu delusa. Nel 1803 il pensiero fecondo di Luigi Robert riceveva definitivamente la sua applicazione pratica in Inghilterra, donde si sparse in tutte le grandi cartiere d'Europa e d'America.

Da allora la carta non si fabbrica più che *alla macchina;* la fabbricazione a mano o, come si dice *alla forma,* è riservata per pochi usi speciali, come carte di molto lusso. Secondo il nostro costume, dopo avervi narrata la storia della carta, vi descriveremo alla meglio questi due modi con cui la si fabbrica.

Digitized by Google

FABBRICA DI CARTA ALLA FORMA.

I *cenci* portati alla fabbrica e che sono esclusivamente formati di vecchi avanzi di stoffa di tela o di cotone, sono stracciati in minutissimi pezzi, bagnati d'acqua e ammontati in una vasca detta *marcitoio.* Questa massa organica, lasciata all'influsso dell'aria e dell'acqua, comincia dopo certo tempo a fermentare; le materie estranee alla materia organica che porta il nome di *vegetale* o *lignea* e che costituisce la sostanza pura della carta, subiscono una decomposizione, un'alterazione più o meno completa, mentre la *lignea,* molto meno alterabile, resiste alla decomposizione putrida. La *marcitura* degli stracci ha quindi la proprietà, per conseguenza, di sbarazzare la sostanza vegetale che deve costituire la carta, di tutte quelle materie estranee che sono unite nei cenci.

Questa fermentazione si compie in un intervallo che varia dai dieci ai venti giorni, secondo la temperatura del luogo, lo spazio e lo stato degli stracci e il genere di carta più o men bella, che si vuole ottenere: in seguito alla scomparsa delle materie estranee alla lignea, questa massa s'è trasformata in poltiglia fetida. Adesso bisogna ridurla in una pasta atta a fornire la carta. A tal uopo, si trasportano i cenci marciti in pile piene d'acqua che si dicono *pile a cenci.* Ciascuna di queste pile è guernita di tre o più mazzi ferrati posti di fronte e messi in movimento da un cilindro orizzontale, che li solleva e li fa ricadere continuamente. Questa successione di cadute squassa fortemente i cenci li riduce in pasta vie più assottigliata e li imbianca. Finita quest'operazione, si trasporta la pasta in altra pila detta *a sfiorato,* ov'essa pasta vie meglio si stempera, s'assottiglia e si incorpora, bene squassata da mezzi non ferrati.

Abbiamo trasformato i cenci in pasta, ci resta da fare

il meglio: trasformare la pasta in carta. Si mette la pasta in un tino: e secondo la quantità dell'acqua ch'è nel tino la pasta avrà quel grado di fluidità che deve rendere più o meno spesso il foglio di carta. Un operaio che si chiama *prenditore* ha in mano la *forma*, ch'è un telaio di legno coperto di sottili fili d'ottone detti *vergelle:* queste, per maggiore fortezza, sono attraversate da altri fili più grossi; e sovr'essi, con più sottili fili d'ottone, sono intessuti il nome o le iniziali del fabbricatore; — guardate per trasparenza un foglio di carta fabbricato in questo modo, e vedrete le tracce delle *vergelle* e l'impronta della fabbrica. Sulla forma si incastra un altro telaio, il *cascio*, che serve a contenere e dar la forma voluta di lunghezza, larghezza e spessore al liquido pesto, la cui parte liquida cola dagli interstizii delle vergelle, mentre la parte soda è ritenuta sopra di essa disposta in falda sottilissima: e questa è li *foglio*.

Ma noi abbiam lasciato il *prenditore* con la forma in mano. Egli deve tuffar nella pasta questa forma coperta col *cascio*, tenervela un po' orizzontalmente, poi ritirarla nella stessa posizione. Occorre allora imprimere alla forma diversi movimenti su e giù per legare i filamenti della pasta e farne una distribuzione uguale; in questa operazione si richiede grande abilità. Un operaio esperto può preparare così 4800 fogli al giorno.

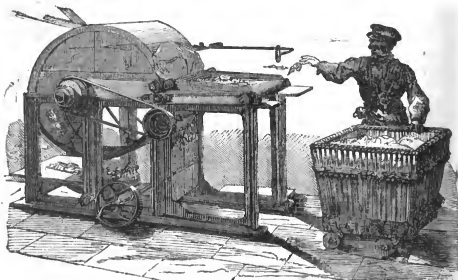
Il *prenditore* spinge la forma sopra una tavola, togliendone il *cascio*. Un altro operaio, il *ponitore*, prende la forma, la fa un po' sgocciolare, poi la rovescia sopra un pezzo di feltro. Il foglio di carta (chè la carta è fatta) si stacca dalla forma; lo si ricopre tosto con altro pezzo di feltro, che riceverà ben presto un altro foglio, poichè il *ponitore* ha già rimandata la forma vuota al *prenditore* (vedi figura 21). In questo scambio successivo tra i due operai di una forma piena e di una forma vuota, i fogli si accumulano tra i pezzi di feltro sovrapposti. Quando

Digitized by Google

ve n' ha un numero sufficiente, si porta il tutto sotto una soppressa per ispremerne l'acqua. Indi si separano i fogli; si fanno seccare; si incollano, se la carta deve servire alla scrittura, in una soluzione di gelatina ottenuta dalla pelle di guanti; si rimettono in soppressa per far penetrare la colla da per tutto; si seccano di nuovo: e si distribuiscono finalmente in *quinterni* e poi in *risme.*

FABBRICA DELLA CARTA ALLA MACCHINA O SENZA FINE.

Questo, come abbiamo già detto, è il sistema più ge-



22. Lacerazione degli stracci.

neralmente in uso; e però dovremo fermarci un momento su tante operazioni preliminari che abbiamo intralasciate nel capitolo precedente, per evitare le ripetizioni. Se sapeste, o lettori, per quante mani devon passare i cenci che avete sdrusciti prima di divenire quei bei fogli di carta che sporcherete! Quando ne avete il tempo andate a visitare una

Digitized by Google

cartiera, quella del nostro Molina per esempio o del Binda, e resterete meravigliati della potenza della meccanica!

I cenci arrivano alla fabbrica sucidi, e di tutte le sorta mescolate insieme. Là bisogna anzi tutto separarli; gettar via gli stracci di seta e di lana che sono improprii alla fabbricazione della carta perchè la lana e la seta son d'origine animale non vegetale; si tengono stracci di lino e di cotone. Questi si classificano in cenci nuovi ed usati, bianchi e di colore. Per giungere a questo risultato, s'è già dovuto scucire e tagliare gli stracci, separar quelli che non si rassomigliano, levarne gli orli e ogni altro grossume, staccare i bottoni, ecc. Si deve anche regolare la dimensione degli stracci, ritagliando quelli che sorpassano una lunghezza determinata. Tale lavoro preparatorio occupa un gran numero di donne e domanda molte cure. Dopo questa separazione, gli stracci si mettono a un bucato di soda che distrugge certi colori, discioglie alcuni elementi grassi, e separa gli altri; poi si lavano all'acqua pura.

Con quest'operazione comincia la preparazione propriamente detta della carta. Qui si tratta di distruggere i tessuti, disgiungere le fibre vegetali, nettarli totalmente e finalmente mescolarli insieme in modo di farne una specie di pasta.

Questa *lacerazione* degli stracci (vedi figura 22) si eseguisce per mezzo di un largo cilindro metallico che presenta due piani inclinati formati di assi di legno. In faccia a questo cilindro è disposta una piastra metallica che porta parecchie punte ugualmente di metallo. Tra la superficie di questa piastra e quella del cilindro, si lacera lo straccio. Grazie al motore generale della fabbrica, che può essere una cascata d'acqua o meglio una macchina a vapore, i cenci ripassano continuamente tra le specie di denti che risultano dalla riunione delle varie parti di quest' apparecchio. Portati poscia in un tino pieno d'acqua e di nuovo lacerati con un apparecchio dello stesso ge-

nere in mezzo all'acqua, finiscono col trasformarsi in una vera pasta.

Così preparata, la pasta riceve un grado ancor più avanzato di raffinamento in un'altra tina che perciò si dice *a sfiorato*, e che differisce dall'apparecchio precedente solo in ciò, che il cilindro è provveduto d'un maggior numero di punte e si move in seno al liquido con maggiore celerità. (Come vedete, fabbricando alla macchina, non si parla più di *marcitoi* nè di *pile a cenci*).

Dopo quest'operazione, la pasta conserva ancora un colore che dipende da quello che avean gli stracci: bisogna imbiancarla. Perciò si toglie alla pasta con la compressione gran parte dell'acqua di cui si è impregnata; poi la si mette in un serbatoio ben chiuso ove si fa affluire il gaz cloro. Questo gas, che gode di proprietà scoloranti molto efficaci, si ottiene col riscaldare un miscuglio di sal marino, di acido solforico e di un composto chimico molto comune che si dice *perossido di manganese*. Per imbiancare cinquecento chilogrammi di cenci lacerati, bisogna produrre uno sviluppo di circa quattro metri cubi di cloro. Si imbianca la poltiglia di carta anche con cloruro di soda disciolto nell'acqua.

Quando la pasta è completamente scolorata, la si lava per isbarazzarla del cloro che ha trattenuto.

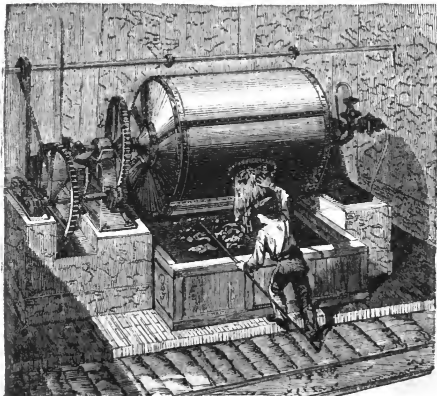
La figura 23 rappresenta l'apparecchio che serve contemporaneamente a imbiancare e lavare la pasta di carta. Il grande cilindro concavo riceve la pasta che è sottomessa all'azione del gaz cloro. Finito lo scoloramento, l'operaio leva la pasta dall'interno del cilindro per l'apertura posta in mezzo ad esso, e la fa cadere nel tino sottoposto pieno d'acqua, ove si sbarazza del cloro con un'immersione prolungata. Eccola quindi pronta a trasformarsi in carta.

La operazione che con una sola macchina a vapore converte la pasta in carta continua, *senza fine*, è delle più belle che si possano vedere, è complicata e pur sempli-

Digitized by Google

cissima e rapida: cercheremo di darvene un' idea (vedi figura 24).

Ridotta, coi mezzi che abbiam detto, allo stato di perfetta bianchezza e tenuta a galla nell'acqua, questa pasta è condotta con l' aiuto di una pompa in un bacino poco profondo. Con l'azione del meccanismo motore (ch'è ordi-



23. Apparecchio per imbiancare la pasta di carta.

nariamente il vapore e può anche esser l'acqua) essa passa di là sopra un cilindro che gira sempre; questo cilindro è coperto di una stoffa di flanella, sulla quale la pasta si attacca e si fissa con una specie di aspirazione che risulta dal moto rapido di cui il cilindro è animato. Così

ricoperta da uno strato di pasta di carta, questa flanella rotola successivamente intorno a un numero considerevole di larghi rulli metallici, che nel loro interno incavato sono riscaldati dal vapore. Con questo passaggio successivo e rapido sopra e sotto i rulli riscaldati, la pasta si trasforma

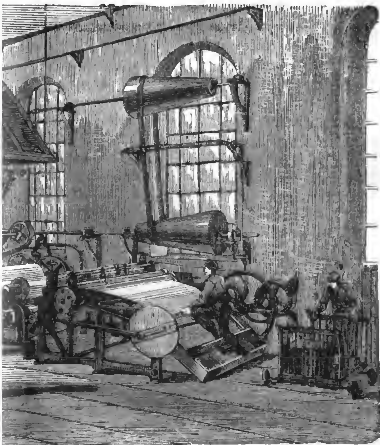


24. Macchina [

visibilmente dallo stato quasi acqueo, poi diafano, indi trasparente, a poco a poco si secca, s'indurisce, prende consistenza. Al primo cilindro era, per così dire, acqua, all'ultimo rullo è carta. Voi vedete coi vostri occhi sulla macchina stessa la trasformazione successiva di una lista

Digitized by Google

di carta continua, che potrebbe non finir mai; ma all'estremità della macchina, un paio di grandi cesoie manovrate dal vapore tagliano i fogli nella dimensione voluta. Questi fogli vengono posti uno ad uno tra piastre di zinco, che si sottomettono ad una soppressa per ispremerne l'u-



bbricare la carta.

midità. Finalmente si seccano ad una stufa e sono ind i atti ad essere adoperati.

Nel Regno d'Italia si contano 52 macchine destinate alla fabbricazione della carta, che, lavorando 300 giorni all'anno, danno un prodotto annuo di 11,400,000 chilo-

Digitized by Google

grammi. Vi sono pure molte fabbriche di carta a mano che contano 666 molini, e producono 10,000,000 di chilogrammi di carta. Questa industria occupa non meno di 15 a 20,000 operai, e ogni giorno piglia maggior sviluppo.

VARIE SPECIE DI CARTA.

Il *cartone* si ottiene con carta usata che si torna a ridurre in poltiglia, facendola macerare nell'acqua. Questa pasta viene pestata tra macine di pietra poi messa in fogli spessi per mezzo di forme col sistema della carta *alla forma*. Ugualmente all'incirca si fa la *carta pesta.*

La *carta straccia* è formata di fibre lunghette, grosse, disuguali, per cui essa si straccia e si schianta irregolarmente. La si dice anche grecamente *carta emporetica* perchè serve ai mercanti a involtare certe loro mercanziuole.

La *carta sugante*, o *succhia*, è una specie di carta straccia, ma più sottile, la quale, per il non essere incollata, succia l'inchiostro da scrivere.

La *carta velata*, che più comunemente e francesamente si dice *velina*, è una carta fina e liscia fatta alla forma, in modo che non appariscono i segni delle vergelle.

Giacchè siamo sull'argomento, ci permetteremo di nominare alcune altre qualità di carta, più per semplice analogia della parola che per vera conformità di composizione.

Infatti la *carta-pecora* detta anche *pergamena* per l'origine da Pergamo città dell'Asia, non è che una pelle di pecora, d'agnello o di capretto, preparata a uso non di cartiere ma di conciapelle, e resa acconcia all'uso di scrivere, disegnare, miniare, far coperte di libri.

Il *carton pietra* è composizione di gran sodezza, che fassi con polvere di gesso o di scagliuola, ovvero con amido intriso d'olio cotto di lino, mistavi acqua di colla, cera gialla e colofonio, impastati insieme; il tutto gettato

Digitized by Google

in forme, da trarne cornici, fregi e altri simili lavori, i quali così riescono più capaci di finitezza e più sodi, che se eseguiti in carta pesta. Ornati di questo genere figurano in gran copia nella nuova stazione delle strade ferrate, qui in Milano.

Finalmente si può fare la carta anche con un minerale filamentoso composto di masse flessibili e morbide al tatto, cui si dà il nome di *amianto* o *asbesto*. L'amianto è un silicato di magnesia che non si consuma alla temperatura dei fuochi ordinarii; per tal motivo i Greci ed i Romani adoperavano l'asbesto a far lucignoli, cui alimentavano per mezzo di sorgenti di petrolio; e servivano quindi come lampade che non si estinguevano mai. Gli antichi adoperavano pure questo minerale come materia tessile, lo filavano e quindi ne facevano tessuti incombustibili per avvolgere i cadaveri che volevansi ridurre in cenere; in tal modo la cenere del cadavere non mescolavasi con le ceneri del combustibile del rogo. La tela d'amianto essendo incombustibile, non veniva punto alterata dal fuoco e rimaneva senza alcuna macchia; anzi le macchie fatte da sostanze organiche sopra la tela d'amianto, scompaiono esponendola al fuoco.

La *carta d'amianto* gode delle stesse proprietà; per fabbricarla se ne sciolgono le fibre, e si rammolliscono con acqua calda: così si ottiene la pasta, che lavorata nei modi già indicati produce la carta.

Digitized by Google

LA BUSSOLA

Ago calamitato. — Il pastore Magnete. — La calamita presso i Greci ed i Romani. — Flavio Gioja. — La bussola nota in Europa nel dodicesimo secolo. — Spiegazione dei fenomeni presentati dall'ago magnetico. — Bussola nautica. — Declinazione ed inclinazione dell'ago calamitato. — Cardano. — Vantaggi della bussola.

Si dà il nome di *Calamita naturale* ad un minerale (*ossido magnetico di ferro*) composto dalla combinazione di due ossidi di ferro, e che ha la proprietà di attrarre a sè con intensità più o meno grande moltissimi corpi ed in ispecialità alcuni metalli; quelli che più risentono l'azione della calamita sono il ferro, il nikelio ed il cobalto.

Giusta un'antichissima tradizione, un pastore per nome *Magnete* mentre cercava una delle sue pecore, che erasi smarrita, si accorse che le sue scarpe ferrate e la punta pure ferrata del suo bastone aderivano fortemente ad un masso di pietra nerastra sulla quale egli erasi riposato per alcuni istanti: quel masso era una *pietra calamita*. L'antichità di tal leggenda prova che questa pietra era conosciuta fin dai tempi più remoti.

Nei secoli settimo ed ottavo della nostra êra, i negozianti cinesi facevano lunghi viaggi marittimi: e si pretende che grazie all'uso dell'ago calamitato essi dirigessero i loro viaggi a traverso i mari; anzi alcuni dotti pretendono che i Cinesi possedessero questo mezzo tanto vantaggioso alla navigazione fino dall'anno 121 dopo Cristo. Tuttavia il più antico documento che si riscontri nelle opere chinesi intorno a quest'argomento non data che dall'undicesimo secolo.

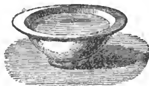
I Greci ed i Romani conobbero la *calamita* cui davano il nome di *pietra*, siccome la pietra per eccellenza, però si accontentavano di ammirarla senza ricavarne il menomo vantaggio. Sapevano che la calamita attrae il ferro, ma ignoravano la dote precipua di cui è fornito questo minerale, che è di dirigersi costantemente verso il nord ogni qualvolta venga sospeso liberamente e non trovi ostacoli che gli impediscano di assumere quella direzione.

Sembra che l'ago calamitato sia stato introdotto per la prima volta in Europa intorno al dodicesimo secolo. Gli Europei, che durante le crociate si trovavano in contatto continuo con gli Arabi, ricevettero da questi ultimi sì importante comunicazione. Alla loro volta gli Arabi avevano appreso dagli Indiani l'uso della bussola, poichè l'uso dell'ago calamitato erasi divulgato nei mari dell'India per opera dei naviganti cinesi.

La cognizione della bussola in Europa non data quindi che dal dodicesimo secolo. Ugo Bertino, che viveva ai tempi di S. Luigi, racconta che allora si custodiva l'ago calamitato in vasi per metà ripieni d'acqua, e che lo si faceva galleggiare sul liquido col mezzo di piccole pagliuzze.

La prima bussola adunque di cui si servivano i naviganti non era altro che un ago calamitato galleggiante sull'acqua. L'attrito del liquido doveva paralizzare quasi completamente il movimento dell'ago verso il nord; questo mezzo non poteva quindi fornire che indicazioni molto incerte.

L'uomo ingegnoso che pensò a sottrarre la *calamita* (nome che si dava a quei tempi all'ago calamitato) di sottrarla alla festuca con cui si sosteneva nell'acqua, per collocarla sopra un perno aguzzo d'acciaio che si erge dal centro d'una scatola costituendo quel- nsieme cui si dà nome di bussola, fu un italiano, come osserva il Rambelli nelle sue *lettere in-*



25. La prima bussola.

torno alle invenzioni e scoperte italiane. Era egli un capitano o pilota d'Amalfi che avea nome *Flavio Gioja;* e verso il 1302 diede allo stromento da lui trovato il nome italiano di *bussola* (da *bossolo* che significa scatola o vasetto), nome che venne adottato in appresso da tutte le altre nazioni.

Come sempre, Inglesi e Francesi ci disputano il vanto di quest'invenzione. I Francesi allegano a loro favore il giglio (arma dei Borboni) ch'è il segno convenzionale che si pone tuttora nelle bussole; ma bisogna notare che ai tempi del Gioja il regno di Napoli, sua patria, era sotto il dominio della casa d'Angiò; donde l'ornamento del giglio. Non negheremo però agli Inglesi il vanto d'avere invariabilmente fissato l'ago sopra quel disco circolare di cartone muoventesi assieme all'ago stesso, che diviso nei trentadue rombi dicesi la rosa dei venti.

Per apprezzare giustamente l'importanza dell'invenzione della bussola, basta por mente all'ardimento che dopo di essa poterono concepire i navigatori. Grazie alla bussola, essi più non paventavano l'allontanamento dalle coste, più non dubitavano di ritrovare la strada che volevan seguire; e questo ardimento ci schiuse per così dire le porte che ci separavano dalla maggior parte della terra fino allora sconosciuta. Colombo non avrebbe al certo impreso il suo lungo viaggio, che ci fruttò la scoperta d'America; Vasco de Gama non avrebbe oltrepassato il Capo delle Tempeste, cui cambiò il nome in Capo di Buona Speranza, ed i viaggi e le scoperte marittime non si sarebbero estesi e tanto sviluppati, senza il trovato di Flavio Gioja, senza l'invenzione della bussola.

—

Prima di procedere innanzi, sarà bene dare la spiegazione scientifica del movimento dell'ago calamitato della bussola.

Il fenomeno più importante che ci presenta l'ago calamitato, consiste nel suo rivolgersi costantemente verso il nord e ritornare in quella posizione ogni qualvolta ne sia

stato rimosso. Questo fenomeno si spiega facilmente dai fisici, considerando l'istesso globo terrestre come un'immensa calamita naturale. La terra con la sua azione magnetica presenta infatti tutti quei fenomeni che sono propri delle calamite sì naturali come artificiali.

Immergendo nella limatura di ferro una calamita naturale di forma oblunga od anco semplicemente una verga calamitata, si osserva che la limatura di ferro non si distribuisce uniformemente su tutta la lunghezza della calamita o della verga, calamitata: la limatura di ferro si attacca invece più abbondantemente verso le estremità della verga e va descrescendo in quantità a proporzione della distanza dagli estremi, così che verso la parte di mezzo della verga l'attrazione, è nulla e non vi si attacca la menoma particella di limatura. Diconsi *poli* le estremità (*a* e *b*) della calamita, e *linea neutra* la porzione (*n t*) della verga ove la forza magnetica è nulla.



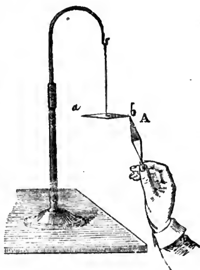
26. Verga calamitata.

I due poli d'una calamita o d'una verga calamitata sembrano esercitare un'azione identica, quando si mettono a contatto con la limatura di ferro; ma quell'identità non è che apparente. I fisici ammettono che in ogni calamita vi siano due fluidi, ciascuno dei quali agisce per repulsione sopra sè stesso e per attrazione sull'altro fluido, e il risultato delle loro azioni si trovi agli estremi o poli della calamita.

Infatti (vedi figura 27) sospendendo un ago magnetico (*a* e *b*) ad un filo e tenendo in mano un altro ago magnetico A, si avvicini successivamente l'estremità A del secondo ago alle estremità *a b* del primo e si vedrà che l'estremità A attrae l'estremità o polo *b* dell'ago sospeso e all'incontro respinge l'estremità o polo *a*.

Digitized by Google

Tutte le calamite sono dotate di questa proprietà dalla quale si ricava la seguente legge fisica: *Poli magnetici dello stesso nome si respingono, poli di nome contrario si attraggono.*



27.

Un semplicissimo giuoco infantile può bastare per convincere i lettori della verità di questo principio. Tenendo in mano una di quelle verghette calamitate con le quali i fanciulli attraggono un altro pezzo di ferro pure calamitato cui si dà la forma di cigno o di pesce e che galleggia sull'acqua (fig. 28), e capovolgendo la verghetta, ovvero presentando al corpo attratto l'estremità che prima si teneva fra le mani, si scorge che quell'oggetto cessa d'essere attratto



28.

e viene anzi respinto. Le estremità o *poli* delle calamite sono adunque dotate di proprietà opposte e l'una d'esse respinge ciò che viene attratto dall'altra.

Digitized by Google

La terra si può riguardare quale una calamita di enormi dimensioni, poichè essa, agendo sui varii corpi magnetici, presenta quegli stessi fenomeni che si riscontrano nell'azione reciproca delle calamite le une sulle altre. Se un ago calamitato liberamente sospeso e mobile su di un perno si dirige costantemente verso il nord, ovvero se esso subisce per l'influenza del globo terrestre un'attrazione diretta sempre nello stesso senso; ciò non dipende da altro che dal modo d'azione del nostro globo, il quale come qualunque altra calamita attrae uno dei poli di quest'ago nella direzione del proprio polo di nome contrario. Questo fenomeno è del tutto identico a quello di due calamite che si attraggono coi loro poli di nome contrario; l'una di esse è nel nostro caso la terra, l'altra è l'ago calamitato che si considera.

Come tutte le altre calamite, sì naturali e sì artificiali, anco la terra è dotata di due *poli* che godono opposte proprietà e d'una *linea neutra*, e, come su tutte le altre calamite, l'azione magnetica del globo è massima in due punti diametralmente opposti, che diconsi *poli* è minima verso il mezzo, ovvero all'*equatore;* e realmente l'azione magnetica aumenta mano mano che si va approssimando ai poli e diminuisce all'incontro approssimandosi all'equatore.

Riassumendoci adunque, vediamo che i fenomeni che ci presenta l'ago calamitato si spiegano facilmente quando si consideri il nostro globo quale un'immensa calamita i cui poli sarebbero posti in prossimità ai poli della terra e la cui linea neutra non sia molto discosta dall'equatore.

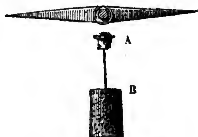
Le calamite artificiali che abbiam più volte nominato sono pezzi d'acciaio temperato, che posti per qualche tempo a contatto con una calamita naturale, o meglio strofinati ripetutamente con la stessa, ne acquistano le proprietà magnetiche: attraggono cioè il ferro e quando sieno liberamente sospesi si dirigono verso i poli magnetici della terra.

—

Digitized by Google

La bussola che serve di direzione ai naviganti in mezzo ai mari non è altro che l'ago calamitato che, posto in equilibrio su di un perno in guisa da permettergli la libertà dei movimenti, si dirige sempre verso il polo Nord della terra ed indica per tal modo ai naviganti quale sia la direzione lungo la quale trovasi il detto polo.

I primi navigatori non osavano allontanarsi molto dalle coste ed ogni qualvolta si arrischiavano in alto mare non avevano altra guida che quella del sole e delle stelle. Ma molte volte le nuvole velano il sole durante il giorno e le stelle durante la notte. In qual modo adunque dirigere il bastimento senza vagare a caso con le onde? L'ago calamitato segna la via ai naviganti. Infatti quest'ago disposto orizzontalmente sur un perno in modo da lasciarlo girare liberamente intorno ad esso prende e conserva costantemente la sua direzione che è quella da nord a sud in qualunque posizione si trovi il bastimento. La figura qui annessa rappresenta il più essenziale elemento della bussola: la parte superiore A della medesima rappresenta l'ago calamitato, l'inferiore B rappresenta un cappelletto d'agata sul quale posa l'ago calamitato che può per tal guisa muoversi liberamente in un piano orizzontale. Il cappelletto poi è sostenuto dal perno d'acciaio.

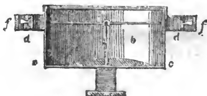


29. L'ago della bussola.

La bussola nautica o *compasso di rotta* si compone d'un ago calamitato in equilibrio, che è mobilissimo intorno ad un perno; lo si colloca in una scatola di legno o di rame; non si potrebbe farla di ferro nè adoperare menomamente questo metallo nella costruzione dell'apparecchio: poichè la sua vicinanza produrrebbe alterazione attraendo l'ago e facendolo deviare dalla sua direzione naturale. La

scatola suddetta è congegnata in guisa da conservarsi orizzontale in qualunque posizione del bastimento; il congegno con cui si raggiunge tale scopo, che ha nome di *sospensione cardanica* devesi, come lo indica il nome all'illustre Cardano, matematico lombardo che fioriva nel XVI secolo. Grazie a questa maniera di sospensione la scatola si mantiene, come abbiam detto, orizzontale, e quindi anco l'ago in essa contenuto si manterrà in tale posizione ad onta dell'inclinazione in cui può trovarsi il bastimento per l'infuriar delle onde. Un disco circolare di cartone si adatta al disopra dell'ago, in guisa che il suo centro corrisponda al punto di mezzo dell'ago e quindi anco al perno su cui esso riposa. Questo disco che accompagna l'ago nei suoi movimenti ne modera le oscillazioni.

La figura 30 rappresenta la sezione di una bussola: *c d* rappresenta la scatola, nel cui interno sta sospeso l'ago calamitato *b*; *f f* sono due tagli traversali per mezzo dei quali si può, senza aprire la scatola, osservare la posizione dell'ago.



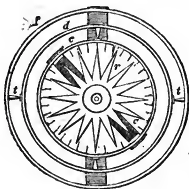
30. Sezione di una bussola.

Si dà il nome di *rosa* al cerchio disegnato sul disco di cartone superiore all'ago. La circonferenza di questo cerchio viene divisa in trentadue parti eguali che ricevono il nome di *rombi*. Il disegno è collocato rispetto all'ago in guisa che quattro divisioni fra loro equidistanti coincidano coi quattro punti cardinali nord, sud, est ed ovest; gli intervalli fra queste quattro divisioni vengono dimezzati ed i punti corrispondenti si indicano coi nomi Nord-est, Sud-est, Sud-ovest e Nord-ovest; dimezzando gli archi compresi fra le otto divisioni così conseguite si hanno altri quattro venti, e quindi sedici; ripetendo la divisione si ottengono tutti i trentadue rombi.

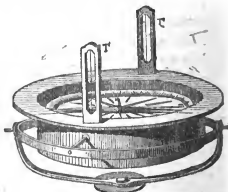
La figura 31 rappresenta la rosa dei venti con le sue divisioni; il punto di mezzo dell'ago ne occupa il centro.

Dalla figura 32 si può formarsi un'idea del modo con cui viene sospesa la scatola e quindi anco del come questa si mantenga costantemente orizzontale ad onta delle varie posizioni in cui trovasi il naviglio sbattuto continuamente dalle onde.

La bussola serve a dirigere la prora del naviglio verso il luogo in cui vuolsi andare. Nell'interno della scatola si tende un traguardo verticale T in guisa che il raggio visuale che vi corrisponde sia esattamente parallelo all'asse del bastimento. Esaminando la posizione dell'ago e del qua-



31. Rosa dei venti.



32. Bussola a sospensione cardanica.

drante graduato ad esso congiunto, rispetto al traguardo si sa verso qual direzione si inoltri la prora. Quando il capitano ordina al timoniere di governare secondo tale o tal altro rombo, esso muove il timone in guisa che il traguardo corrisponda sempre al rombo prescrittogli.

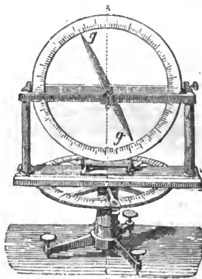
—

Per molto tempo si credette che l'ago calamitato si dirigesse ovunque ed esattamente verso il nord. Cristoforo Colombo fu il primo ad accorgersi nel 1492, durante quel viaggio in cui scoprì un nuovo mondo, che l'ago della bussola deviava sensibilmente dalla vera posizione del nord.

Digitized by Google

I navigatori olandesi compilarono nel 1599 delle tavole per accertare questa variazione su i varii punti della terra.

Altri osservatori notarono che non solo variava da luogo a luogo la deviazione dell'ago, ma che oltre a ciò essa variava coll'andare del tempo in uno stesso sito. Da quell'istante si distinse la direzione variabile dell'ago dalla direzione assoluta del meridiano astronomico, e per analogia si diede al piano verticale, passante per l'ago, il nome di *meridiano magnetico*. L'angolo che formano fra di loro questi due meridiani ricevette il nome di *declinazione*, la quale poi dicesi *orientale* od *occidentale* a seconda che la punta Nord dell'ago si avvicina più ad oriente o ad occidente.



33. Apparato per misurare l'inclinazione dell'ago calamitato.

La declinazione dell'ago calamitato è variabilissima da un luogo all'altro. Presentemente essa è occidentale in Europa, orientale in America e nelle regioni settentrionali dell'Asia; ma in uno stesso luogo presenta molteplici variazioni: le une sono regolari, irregolari le altre; e queste diconsi *perturbazioni*. Le aurore boreali, e le eruzioni vulcaniche, la caduta dei fulmini, fanno variare accidentalmente la declinazione dell'ago calamitato. In quanto alle variazioni regolari, le si distinguono in secolari, annue e diurne.

Fino al 1576 si credette che l'ago calamitato si mantenesse perfettamente orizzontale. Quando lo si vedeva

pendere più da una parte che dall'altra si credeva che questo fatto dipendesse dal non essere bene determinato il centro di gravità dell'ago.

Roberto Normanno, che in quei tempi fabbricava strumenti di questo genere in uno dei sobborghi di Londra, si accorse con una semplicissima esperienza che l'inclinazione dell'ago magnetico doveva dipendere da qualche altra causa oltre che dalla gravità. Gli venne in mente di calcolare quale fosse il peso necessario per ristabilire la completa orizzontalità d'un ago calamitato, e trovò che questo peso non istava in rapporto con la differenza di lunghezza delle due parti dell'ago, e che per conseguenza la causa che produceva l'inclinazione era indipendente dalla disuguaglianza del peso.

Sospendendo un ago calamitato $g\,g'$ (vedi fig. 33) in guisa ch'esso si muova liberamente intorno al suo centro di gravità nel piano verticale del meridiano magnetico e che mediante un telaio se ne impedisca il movimento orizzontale, lo si vedrà inclinarsi rispetto all'orizzonte e l'angolo ch'ei farà con quest'ultimo sarà l'*inclinazione* dell'ago in quel luogo. Quest'inclinazione va aumentando mano mano che si avvicina all'uno od all'altro polo; così che nella zona equatoriale vi ha una serie di punti, i quali uniti formano la linea ideale che diciamo *equatore magnetico*, nei quali l'ago si conserva completamente orizzontale, ed in ciascuna delle regioni polari, nel punto cui si dà il nome di *polo magnetico*, esso sta perfettamente verticale.

La bussola è il più prezioso strumento pel navigante; grazie alle sue indicazioni egli può riconoscere ognora con certezza la direzione del bastimento. Non minore è l'importanza della bussola sulla terra, poichè non si avrebbero altri mezzi per orientarsi, ossia per trovare la direzione del Nord, in mezzo alle folte foreste od in seno alle profonde miniere, e senza di essa i minatori non potrebbero entro a queste dirigersi con la voluta precisione nei varii loro lavori sotterranei.

LA POLVERE DA CANNONE

I.

Roggero Bacone e Bertoldo Schwarz. — Il fuoco greco. — Le crociate e il mago Ismeno. — Balestre, lancie a fuoco, carri incendiarii, aspersorii. — Gli Arabi e il salnitro.

Generalmente si attribuisce l'invenzione della polvere da cannone a due monaci: l'uno è *Bertoldo Schwarz* detto perciò il *frate nero*, e l'altro che lo precedette, *Roggero Bacone*, monaco versatissimo nelle scienze, che viveva nel XV secolo. Quest'opinione, senz'essere del tutto falsa, come vedremo, è però inesatta, non potendosi attribuire a nessuno l'esclusività di tale invenzione.

Fin dai tempi remoti, i miscugli infiammabili erano in uso come mezzi d'ammazzare il prossimo, così nell'Occidente come nell'Oriente. Specialmente nelle regioni dell'Asia, da tempi immemorabili s'adoprarono nei combattimenti di questi miscugli, i quali, perfezionati successivamente, finirono col costituire la nostra polvere da cannone.

Lasciateci dire in qual modo i miscugli infiammabili adoperati primitivamente in Oriente siansi a poco a poco modificati per modo da acquistare la proprietà di lanciar i proiettili e creare l'artiglieria moderna.

L'Asia produce in abbondanza diversi combustibili naturali, fra cui il nafta, il bitume od asfalto, il petrolio, ecc. Mescolando siffatte sostanze al catrame e agli olii grassi, i Cinesi, gl'Indiani e i Mongoli ottenevano materie infiammabili che s'appicavano agli oggetti contro cui venivano lanciati. Nel settimo secolo, questi miscugli incendiarii, la

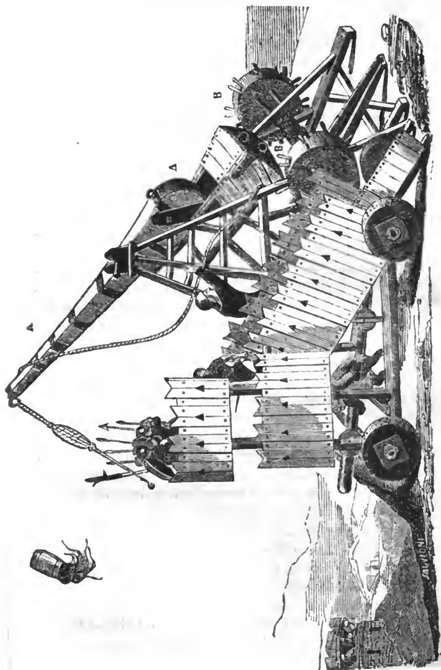
cui origine prima si perde nella notte dei tempi furono introdotti in Europa. I Greci del Basso Impero li conobbero da un tal *Callinico* ingegnere d'Eliopoli in Soria, che diede loro il nome di *fuoco greco*.

Gli storici antichi favoleggiarono molto su questo fuoco greco. Si racconta che con esso gli ammiragli dell'imperator Costantino Pogonate abbruciarono presso Cizico nell'Ellesponto la flotta saracena ch'era montata da 30,000 uomini. I Saraceni se ne servirono poi terribilmente contro i Crociati ai tempi di san Luigi. Vuolsi pure che quel fuoco invece di estinguersi nell'acqua, vi pigliasse forza, valendo al contrario l'olio ad estinguerlo.

Ma studii più recenti hanno tolto un po' della potenza favolosa che si accordava al *fuoco greco*, e dimostrato ch'esso era per gli Orientali un mezzo di sparger lo spavento nelle file nemiche più che un'arma offensiva e sì terribile. Noi conosciamo oggi esattamente le materie che componevano il fuoco greco: erano cioè un miscuglio di olio di nafta, di catrame, di resina, di olii vegetali e grassi, dei succhi disseccati da certe piante, ai quali, si aggiungevano certi metalli combustibili ridotti in polvere. Il salnitro non entrò che più tardi nella composizione del fuoco greco.

Ora sarete curiosi di sapere come lo si adoperasse. Negli assedii, si lanciava il fuoco greco con baliste o con balestre fatte a spirale, per incendiare le torri di legno e i lavori di difesa. Nelle battaglie navali, brulotti, ossia appositi barconi pieni di questa materia infiammata spinti dal vento, andavano a portare ed appiccare il fuoco ai fianchi dei navigli. Qualche volta si lanciava il fuoco greco per mezzo di tubi di rame o di stagno attaccati a prora dei vascelli.

Ad ogni modo, quest'invenzione micidiale valse ai Greci del Basso Impero molte vittorie navali dal IX secolo fino alla presa di Costantinopoli per i Crociati nel 1203. In



34. Balestra per lanciare il fuoco greco.

Digitized by Google

allora la conoscenza del fuoco greco si sparse fra i Musulmani.

I nostri lettori ricordan certo quei versi del Tasso, laddove parla di miscugli incendiarii composti da Ismeno:

Mesce il mago fellon zolfo e bitume,
Che dal lago di Sodoma ha raccolto;
E fu, credo in inferno; e dal gran fiume,
Che nove volte il cerchia, anco n'ha tolto.
Così fa che quel foco e puta e fume,
E che s'avventi fiammeggiando al volto.

In quel tempo ancora, cioè al principio del XIII secolo, la composizione del foco greco ricevette un grande perfezionamento. Vi fu introdotto il *salnitro*, cioè quel prodotto che volgarmente porta il nome di nitro e scientificamente quello di azotato di potassa. I Cinesi conoscevano già da tempo questo sale, che ha la proprietà di far abbruciare il carbone con un vivo scoppio, accelerandone la combustione. Questo sale s'incontra spesso nella Cina bell' è fatto sulla superficie del suolo ove costituisce delle efflorescenze naturali. Basta raccogliere quelle terre pregne di salnitro, diluirle nell'acqua calda e farne svaporare la soluzione, per ottenerne il salnitro, ancora impuro sì, ma sufficiente a produrre la combustione di materie infiammabili come il solfo, il carbone, le materie grasse o resinose. Aggiungendo proporzioni convenienti di questo salnitro impuro alle materie infiammbili di cui già facevasi uso, i Cinesi accrebbero considerevolmente la forza ustoria di questo miscuglio.

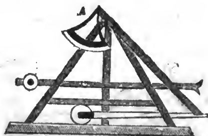
Gli Arabi tolsero ai Cinesi, ma non sappiam precisare il quando, l'idea di aggiungere al foco greco il salnitro naturale. A lanciarlo, i Saraceni adoperavano macchine molto svariate, talora anche complicatissime.

La figura 34 tolta ad un manoscritto latino del XIV secolo e riprodotta nell'opera dei signori Reinard e Favé

Digitized by Google

sul foco greco e i fochi di guerra, rappresenta una delle macchine che s'usavano allora. È una specie di balestra od arco gigantesco di legno. Con le due ruote (B B) si tendeva molto forte una corda, alla quale, era attaccata una botte; si faceva così piegare l'arco di legno, flessibile e articolato (A A). Quando la corda era subitamente abbandonata a sè stessa, l'arco si stendeva violentemente, e lanciava a gran distanza la botte piena di materia infiammata. Con macchine di questo genere, furono talvolta lanciati al disopra del muro (orribile a dirsi!) i prigionieri fatti al nemico.

La figura 35 è designata nel manoscritto sopra citato con questo nome: *l'uovo che si muove ed abbrucia.* È il disegno grossolano di una balestra più piccola: la fronda vi è rappresentata dall'apparecchio triangolare A al quale si fissava una corda.



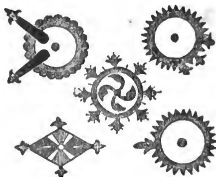
35. Altra balestra
per lanciare il fuoco greco.

La figura 36 rappresenta varii di que' proiettili pieni di fuoco greco, ch'erano lanciati dalle balestre.

I Saraceni e gli Arabi usavano il foco greco, non solo negli assedii, ma anche nei combattimenti corpo a corpo. Gl'ingegni a tal uopo erano svariatissimi.

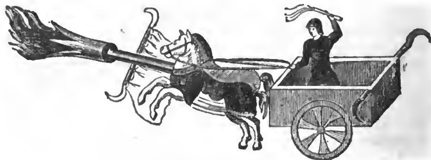
Prima di tutti, i *carri incendiarii* che vedete qui sopra. Poi cavalieri armati di *lance a fuoco* si gettavano nelle

Digitized by Google



36. Proiettili incendiarii.

file nemiche e portavano in mezzo lo spavento. Anco i pedoni si armavano di queste lance a foco, di cui la figura 38 dà diversi modelli, tolti ad un altro manoscritto della fine del XIII secolo, intitolato: *Trattato dell'arte di combattere a cavallo e delle macchine da guerra.*

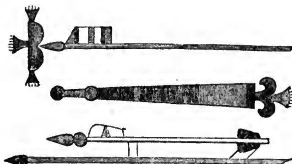


37. Carri incendiari.

Nei loro combattimenti contro i Cristiani, i Saraceni adoperavano pure certe mazze che per derisione chiamavano *aspersorii*, perciocchè andandosi a rompere sul ne-

Digitized by Google

mico lo aspergevano di fuoco greco. Uomini a cavallo portavan seco lunghe bottiglie di vetro piene di questo miscuglio incendiario; la cima del vetro era intonacata di zolfo; a un momento dato, si dava il fuoco allo zolfo, la bottiglia si rompeva pel calore, e cavallo e cavaliere, avvolti di fiamme, andavano a spargere la confusione nei battaglioni nemici.



38. Lance a fuoco degli Arabi.

I Crociati che non sapevano battersi che col ferro, erano presi da spavento al vedersi circondati dal fuoco delle *mazze-aspersorii* o delle *lancie a fuoco* degl'Infedeli, e lo storico Joinville che prese parte egli stesso alle guerre di Terra Santa, ci lasciò nelle sue ingenue *Cronache* gli attestati dell'impressione che facevano queste strane armi sullo spirito dei guerrieri cristiani.

Non è però vero che l'acqua non giovasse a spegnere il foco greco.

Par certo che gli Arabi siano stati i primi nel XVI secolo a comporre un miscuglio analogo alla presente polvere da cannone, aggiungendo il salnitro alle materie che entravano nel foco greco, cioè, al zolfo ed al carbone. Più, gli Arabi, ch'erano già molto innanzi nelle cognizioni chimiche, seppero purificare il salnitro sbarazzandolo delle materie straniere che ne ritardavano lo scoppio. Il salnitro

così purificato e quindi più attivo, unito al zolfo ed al carbone, diede un miscuglio, la cui combustione poteva farsi così bruscamente, che la subita espansione dei gas formati da questa combustione potesse lanciare un proietto.

Così nacque la polvere da cannone propriamente detta.

II.

Invenzione della polvere da cannone. — Primi cannoni a Firenze nel 1325. — Loro forma. — Inglesi e Francesi. — Vietati dalla Chiesa. — Bertoldo Schwarz. — La gratitudine dei veneziani. — I fucili. — Causa dell'esplosione della polvere.

La polvere da cannone, come abbiam dimostrato, fu veramente trovata il giorno che gli arabi giunsero a purificare il salnitro. Tuttavia il salnitro, come si preparava dagli arabi, era ancor troppo impuro per dare alla polvere da guerra una gran forza di proiezione. E però, in tutto il XIV secolo, la polvere non servì che a lanciare grosse pietre che schiacciavano sotto il loro peso gli edifizi e i balauardi delle città assediate. Queste prime bocche da fuoco portavano il nome di *bombarde*, di cui vedete la figura a pag. 80.

Si ha a notare che la scoperta della polvere da guerra non fece sulle prime riunziare al foco greco presso i mussulmani, nè presso gli stessi europei. Ciò prova, contro la credenza generale, che il segreto della preparazione del foco greco non andò mai perduto. I pirotecnici del medio evo conoscevano a meraviglia e sapevano adoperare questo foco, che avea cagionato tanto terrore ai loro antenati nelle guerre di Palestina. Tutt'altro che perduto, esso era ancora nel XIV secolo molto in uso negli assedii, e si adoperava perfino nelle mine; ma naturalmente lo si andò

negligendo mano mano che la preparazione della polvere da cannone si perfezionava.

Molte nazioni si disputavano l'onore d'aver fatto il primo uso del cannone. Oggi la questione è risolta a favore della nostra nazione. Possediamo un documento autentico, secondo il quale nel 1325, il gonfaloniere e i 12 *boni viri* della città di Firenze, aveano autorità di nominare due ufficiali incaricati di far fabbricare palle, di fornir cannoni a difesa delle castella e dei villaggi appartenenti alla Repubblica. Dunque l'Italia fece il primo uso del cannone.

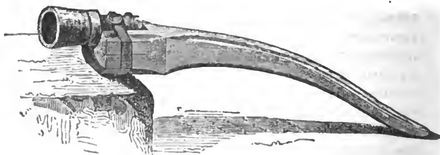
In Francia non si adoperò la polvere da cannone che nel 1339, all'assedio di Cambrai, per Edoardo III.

Se gl'Inglesi vennero anche dopo la Francia ad adottare questa polvere micidiale, furono però primi fra tutti ad adoperarla, non contro le muraglie, ma in campo aperto; e questa prima volta fu propriamente contro i Francesi. Nella famosa battaglia di Crécy, il 26 agosto 1346, gli Inglesi tirarono tre cannoni che lanciavano piccole palle di ferro. Il disastro dei francesi fu naturalmente attribuito all'uso di queste bocche di fuoco, che quindi furono adottate in tutta Europa.

Non dovete credere però che avessero già la forma ponderosa dei nostri cannoni, e vi prego anzi di non ridere a vedere le figure che trovate qui sotto dei cannoni del XIV e del XV secolo.

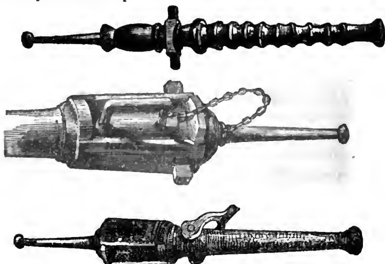
Così minuscoli però com'erano, spaventavano non poco; e il loro uso pareva atto di fellonia agli uomini d'arme del medio evo. A quegli uomini cavallereschi sapeva male l'impiegare tali istrumenti, coi quali il più vigliacco poteva, da lontano e stando al sicuro, abbattere il più intrepido. Il Concilio di Laterano proibì di dirigere contro gli uomini sì fatte macchine « *troppo omicide e spiacenti a Dio* » e gli artiglieri tedeschi dovevano giurare di non servirsene mai per la distruzione degli uomini. Ma dopo

il trionfo degl'Inglesi a Crécy, scomparvero gli scrupoli generosi e l'uso dell'armi da fuoco si fece generale. Gli



39. Bombarda.

Inglesi che alla suddetta battaglia nel 1346 non aveano che tre cannoncini, trent'anni dopo nel 1376, ne aveano ben quattrocento per attaccare S. Malò.



40. Cannoni dei XIV e XVI secolo.

E nel 1380, si videro cannoni per la prima volta anche a bordo dei bastimenti.

Digitized by Google

Da tutti i particolari che vi ho detto, potete esservi accorti che è poco giusta l'opinione che attribuisce l'invenzione della polvere da cannone a un monaco francescano di Friburgo, vissuto verso il 1350, che avea nome *Bertoldo Schwarz*, nome che gl'Italiani tradussero in *Frate Nero*. L'invenzione della polvere da cannone non può attribuirsi a nessun individuo; essa è opera dei secoli. Una lunga serie di perfezionamenti successivi portati dai differenti popoli d'Asia e d'Europa, alle manipolazioni dei miscugli incendiarii che erano da tempo immemorabile impiegati nei combattimenti, diede origine a questo terribile agente distruttore.



41. Il primo fucile.

Tuttavia il nome dello Schwarz resta legato alla polvere da cannone. Prima del 1378, un cannone era composto di tanti pezzi di ferro legati fra loro da altrettanti cerchii. Allora il monaco tedesco fece conoscere alla Repubblica Veneta, una lega dura, assai resistente e propria a fabbricare eccellenti bocche da fuoco. I veneziani se ne servirono nell'assedio di Chioggia; e dopo la vittoria, ricompensarono l'inventore, come soleva a que' tempi, gittandolo nel fondo di un carcere.



42. Primo fucile col manico.

Carlo VIII dovette la sua pronta conquista del regno di Napoli alle numerose bocche da fuoco ch'ei si trascinava dietro.

Vi presterete difficilmente a credere che il fucile sia stato inventato dopo il cannone. Eppure le piccole bocche da fuoco portatili che finirono col dare quell'arma comune, sicura e comoda che si chiama *fucile*, non furono inventate che verso il XVI secolo; e sulle prime non era che un piccolo cannone molto allungato, che, malgrado il suo peso, poteva esser tenuto sulle braccia e puntato da un artigliere, mentre un altro dava fuoco all'acciarino.

Poscia si immaginò di ridurre di molto le dimensioni di queste canne e munirle di un manico di legno, che permettesse ad una persona sola di puntarla e darvi il fuoco con l'esca.



43. Fucile a ruota.

Finalmente furono inventati i *fucili a ruota*, provveduti di un meccanismo che serviva a infiammare la polvere contenuta nella canna del fucile senza che fosse necessario avvicinare all'esca la miccia accesa. Quest'ultima forma perfezionata progressivamente, fornì il fucile a scatto, armato di una pietra di silice per infiammare la polvere, e finalmente il fucile che adoperiamo adesso a capsule fulminanti.

Adesso vi aspetterete forse ch'io vi parli dei cannoni rigati, dei cannoni Armstrong, dei cannoni Withworth, di cui leggete tante belle cose in sui giornali. Ma vi prego di pensare che questo cenno parla della polvere da cannone e non del cannone. Riserbandomi dunque di parlarvi altre volte di tutte le varietà di questo aggradevole istrumento, aggiungerò un'altra parola sull'argomento che oggi ci occupa.

La polvere è un miscuglio di carbone, solfo e salnitro, tutte materie solide e assai combustibili. La sua potenza di espansione e la sua proprietà di spingere lontano i proiettili, sono dovute a questa circostanza fisica: che, accendendo questa materia solida, essa si trasforma quasi istantaneamente in tanti gas, i quali, occupano uno spazio molto considerevole, e il cui volume è ancora aumentato dalla dilatazione che imprime loro il calore. Mi spiego. Il solfo, il carbone e il salnitro sono, come vi ho detto, materie solide. Il salnitro cede il suo ossigeno al solfo ed al carbone, e ciò provoca la combustione; durante la combustione si produce con estrema rapidità il gas acido carbonico e il gas azoto. Siccome ogni combustione sviluppa calore, questo calore dilata considerevolmente i gas prodotti dall'inflammazione della polvere. Così è provato che un litro di polvere, ardendo, dà nientemeno che ottomila litri di gas. Dunque questa subita trasformazione della polvere in varii gas che occupano un volume molto considerevole, è ciò che produce i possenti effetti meccanici che ne accompagnano l'esplosione.

IL TERMOMETRO

I.

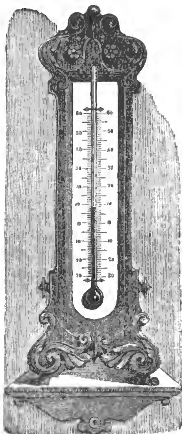
Differenze di temperatura. — Dilatazione e condensazione. — Termometro di Galileo. — Gli accademici del Cimento lo migliorano. — Il conte Renaldini d'Ancona lo perfeziona.

Nessuno al mondo è ignaro completamente dei fenomeni prodotti dal calorico, poichè tutti abbiamo giornalmente sott' occhio fenomeni di questo genere; l'acqua bolle nella pentola esposta al fuoco per effetto del calore che questo produce; e per effetto del calore, l'acqua scompare dalla pentola a poco a poco, *si evaporizza*, si converte cioè in vapore. È pure un fenomeno prodotto dal calorico il fondersi del ghiaccio, della cera e di molte altre sostanze, le quali da solide si convertono in liquide, quando sieno per qualche tempo esposte al fuoco o ad altra sorgente di calorico.

Immergendo la mano nell' acqua appena estratta dal pozzo e subito dopo in quella contenuta in un vaso rimasto al fuoco per qualche tempo, proviamo sensazioni ben diverse, sensazioni che paragoniamo tosto fra loro e che esprimiamo dicendo che l' acqua rimasta al fuoco è *più calda* dell' altra. Questa diversa sensazione riesce tanto più sensibile quanto più tempo quell'acqua è rimasta in vicinanza al fuoco. Questo fatto, questo fenomeno, si esprime nel linguaggio scientifico dicendo che l'acqua del vaso ha una *temperatura più alta* di quella estratta dal pozzo; e che per effetto del calorico la temperatura della prima va di mano in mano aumentando. Or bene, se taluno vi chiedesse quale differenza di temperatura esista fra quelle due acque; oppure se ei vi chiedesse di quanto aumentò

Digitized by Google

la temperatura dell' acqua esposta al fuoco; come farete per avere la misura di quella temperatura o di quell'aumento di temperatura? — L' immergere la mano nell'acqua non è sempre possibile, ed inoltre il senso potrà bensì accusare una differenza di temperatura, ma non potrà servire a misurarla; ecco dunque sorgere il bisogno di possedere uno strumento col cui mezzo si possa misurare le temperature non soltanto dell' acqua, ma degli altri corpi ancora. Lo strumento che serve a tale scopo dicesi *termometro*, parola composta di due vocaboli greci, la cui traduzione suonerebbe: *misura* (metro) *calore* (termo).



44. Il termometro.

Questo strumento era ignoto agli antichi i quali, come già sanno i nostri lettori, avevano scarsissime cognizioni in fatto di fisica, poichè

I nostri vecchi
Di rispettabile
D' aurea memoria

non si curavano di questa parte tanto importante dello scibile umano.

Digitized by Google

Fu appena ai tempi di Galileo che le scienze fisiche incominciarono ad essere coltivate con qualche frutto, e fu appunto questo grande italiano, questo luminare della scienza cui l'umanità va debitrice di tante belle ed utili invenzioni e scoperte, che concepì per primo l'idea del termometro, idea che venne poi fecondata dagli studii successivi dei fisici e che oggi è divenuta di grandissima utilità pratica.

Il termometro ha per base un fenomeno che si osserva quasi in tutti i corpi: essi aumentano tanto più di volume, quanto più cresce la loro temperatura, ed all'incontro il loro volume diminuisce all'abbassarsi della temperatura, o come dicesi comunemente: quando si raffreddano. Così ad esempio, se presa una barra di ferro alla temperatura ordinaria ne misurate esattamente la lunghezza, e poi espostala ad una sorgente di calore la misurate di bel nuovo con ogni precisione, troverete che la lunghezza della sbarra è aumentata e che il di lei allungamento riesce tanto più sensibile quanto più si è innalzata la temperatura del ferro per effetto del calorico. Tale fenomeno dovuto all'allontanamento delle singole molecole o particelle costituenti il corpo, le une dalle altre, dicesi *dilatazione*. Non solo i solidi, come il ferro da noi citato ad esempio, ma anche i liquidi, e tutti i fluidi aeriformi si dilatano per effetto del calorico, ed all'incontro si restringono quando per una causa qualunque essi perdono parte del calorico assorbito; siccome poi, all'aumentare od al diminuire della temperatura di una determinata quantità, corrisponde sempre, in uno stesso corpo, la stessa dilatazione nel primo caso, lo stesso restringimento nel secondo, così facilmente si scorge che la dilatazione ed il restringimento d'un corpo prodotti dal calorico possono servire di misura all'aumento od alla diminuzione di temperatura di quel corpo. Inoltre, siccome l'esperienza dimostra che quando due corpi di temperatura diversa sieno

messi a contatto, il corpo più caldo cede parte del calorico ch'ei possiede al meno caldo e ciò fino a tanto che le temperature dei due corpi son diventate eguali, ossia fino a quando i due corpi non si trovino in *equilibrio di temperatura:* così il corpo scelto per dare colla sua dilatazione o col suo restringimento la misura delle variazioni di temperatura servirà anche a misurare le variazioni stesse in altri corpi coi quali egli sia messo a contatto.

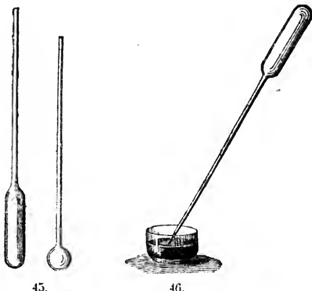
Il primo termometro ideato da Galileo fino dal 1596 [1] era un canello sottile di vetro chiuso ad un capo e ripieno d'aria; pel capo aperto si facevano entrare alcune goccie di vino o d'acqua colorata che per la resistenza opposta dall'aria, non potevano discendere fino alla base del tubo e rimanevano sospese in guisa di breve colonnetta nell'interno dello stesso. Riscaldando il tubo, si riscalda pure, per contatto, l'aria in esso racchiusa ed il riscaldamento produce la dilatazione di quest'aria la quale quanto più si dilata tanto più in alto spinge la colonnetta liquida; mentre invece il raffreddamento del tubo (ossia una diminuzione nella sua temperatura) avrebbe per effetto il restringimento, la *condensazione* di quell'aria, la quale occupando minore spazio di prima permetterebbe la discesa per un certo tratto alla colonnetta liquida. La sua posizione poteva quindi indicare l'aumento o la diminuzione di temperatura dell'aria contenuta nel tubo e quindi anche dell'aria circostante; non poteva però misurarla poichè i varii termometri ad aria erano tutti costrutti in maniera completamente arbitraria; non partivano da un punto fisso e comune a tutti, come è necessario volendo paragonare fra loro le indicazioni di questo

[1] Gli stranieri attribuiscono l'invenzione del termometro ad un medico olandese per nome Cornelio Drebbel che ne fece uso per la prima volta in Germania nel 1621. La data che figura qui sopra, tratta dalla *Vita di Galileo* scritta dal celebre Viviani, suo discepolo, basta a fare scomparire ogni dubbio.

Digitized by Google

strumento in guisa da farle servire alla misura delle temperature.

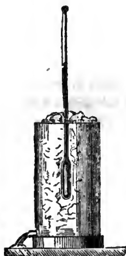
Gli *accademici* fiorentini del *Cimento* recarono importanti miglioramenti nella costruzione dei termometri, introdussero lo spirito di vino colorato in rosso in un sottil canello che poi chiusero ermeticamente alle due estremità onde sottrarre lo strumento agli effetti prodotti dalle variazioni della pressione atmosferica; essendosi inoltre

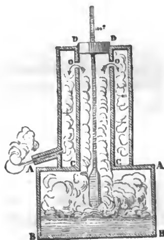


45. 46.

accorti che mentre il ghiaccio sta fondendosi, la sua temperatura si mantiene sempre costante, proposero come punto di partenza per la misura delle temperature quella appunto del ghiaccio fondentesi. Immerso quindi in esso il canello contenente lo spirito di vino notarono il punto cui si arrestava la colonetta liquida; esponendolo poscia al massimo calore estivo del sole segnarono parimenti l'altezza

cui allora giungeva lo spirito di vino: e divisero l'intervallo compreso fra questi due punti estremi in 50 parti eguali, cui diedero il nome di *gradi.* Rimanendo ancora poco precisa la posizione del punto più alto della scala termometrica, il conte Renaldini d' Ancona propose nel 1694 un mezzo con cui *graduare* i termometri con tutta esattezza. Ei notò che dall' istante in cui l' acqua esposta al fuoco in un vaso aperto, sotto l' ordinaria pressione atmosferica, incomincia a bollire; la temperatura della


47.



48.

stessa, per quanto vivo sia il fuoco, rimane invariabile fino a che dura l'ebullizione. Ei pensò quindi di far servire questa temperatura come punto estremo della scala termometrica. Immergendo il canello contenente lo spirito di vino prima nel ghiaccio fondentesi e poscia nell'acqua bollente; segnando sul canello la posizione cui giungeva la sommità della colonetta liquida in entrambe le operazioni, e dividendo l'intervallo compreso fra questi due punti in un numero convenuto di parti eguali, egli ottenne un termome-

Digitized by Google

tro le cui indicazioni hanno un esatto valore e sono paragonabili a quelle d'altri termometri costrutti in guisa analoga.

Il fisico danese Roemer fu il primo a far uso, nella fabbricazione dei termometri, del mercurio in luogo dello spirito di vino; e da allora i termometri a liquido non ricevettero più alcuna modificazione nella sostanza. — Il loro uso diviene ognor più comune, ed oggidì li vediamo figurare qual oggetto d'ornamento nelle nostre abitazioni.

II.

Costruzione del termometro. — Tubi capillari. — Come si sloggi un cattivo inquilino. — Graduazione del termometro. — Varie scale termometriche.

Dopo che vi abbiam raccontata la storia di questo prezioso strumento, e spiegato il principio scientifico sul quale si fonda, la vostra curiosità è certo stuzzicata a conoscere anco il modo con cui si fabbrica.

A preparare il termometro è mestieri anzitutto scegliere un tubetto di vetro più sottile che sia possibile, uno di quei *tubetti* che nel linguaggio scientifico diconsi *capillari* appunto perchè la loro interna cavità deve presentare un diametro poco diverso da quello di un capello. E tale diametro è necessario si mantenga eguale da un capo all'altro del tubetto. Quando avete questo tubo, ne riscaldate un'estremità esponendola alla fiamma d'una lampada, soffiando all'altra estremità, riducete la prima ad avere la forma di una bolla, ovvero saldate sovr'essa un tubetto di maggior diametro: e per tal modo il tubo riceve una delle due forme indicate dalla figura 45.

Ciò fatto, bisogna riempiere il tubetto col liquido, sia mercurio o spirito di vino, con cui vuolsi fare il termometro; operazione che richiede alquanta cura.

— Oh che ci vuol tanto! scapperà a gridare impazientandosi uno fra i più giovani lettori; per empiere quel

tubo, basterà versarvi per entro il liquido col soccorso di un imbuto.

— Adagio, adagio, mio caro, poichè qui trattasi d'un tubetto tanto sottile che il liquido non vi entrerebbe, per la semplicissima ragione che è già riempito d'aria. Bisogna cacciar via l'aria prima d'introdurre un nuovo inquilino in un tubetto così sottile. Perciò si riscalda il tubo esponendolo alla fiamma d'una lucerna. L'aria allora si riscalda e conseguentemente aumenta di volume, tanto che gran parte di essa sfugge dal tubo, e quella poca che vi rimane, essendo estremamente dilatata, non presenta col successivo raffreddarsi che debolissimo ostacolo all'ingresso del liquido. Dopo di ciò basta immergere il capo aperto del tubo in un serbatoio contenente il liquido desiderato; quindi la pressione atmosferica gravitando sovr' esso lo spinge a riempiere quasi tutto il tubo e la bolla (fig. 46).

Ciò fatto si riscalda il tubo di bel nuovo, fino a che il liquido introdottovi si metta a bollire, affinchè i vapori che si formano scaccino, sollevandosi, quel po' d'aria ancora contenuta nel tubo. Subito dopo si immerge, per la seconda volta, la sua estremità aperta, nel serbatoio del liquido, onde completare il riempimento del tubo. Prima di chiuder anche questa estremità bisogna avere espulso dal tubo ogni avanzo d'aria; chè la menoma parte di questa inceppererebbe il movimento della colonnetta liquida al variare della temperatura. Per abbondanza di precauzioni, si opera per la terza volta il riscaldamento e si chiude ermeticamente l'estremità ancor aperta, riscaldandone i labbri alla fiamma d'una lampada e stringendoli quindi l'un contro l'altro. Lasciando raffreddare il tubo, si vede a poco a poco diminuire la lunghezza della colonnetta liquida; la parte del canello priva di liquido, rimane quindi completamente vuota; e perciò all'aumentare della temperatura il liquido non incontrerà resistenza alcuna al suo movimento.

Ma con tutte queste operazioni non si è ancora otte-

nute il termometro: bisogna *graduarlo*, bisogna cioè segnare sovr'esso i punti cui corrispondono le due temperature costanti del ghiaccio fondentesi e dell'acqua bollente sotto all'ordinaria pressione. Preso quindi un recipiente pieno di frammenti di ghiaccio vi s'immerge il canello di vetro, lo si lascia in esso fino a che il liquido non dà più segno di restringimento (v. fig. 47) e mostra quindi essersi messo in equilibrio di temperatura con quella del ghiaccio fondentesi. Si segna allora sul tubo con una punta di diamante la posizione corrispondente della colonnetta liquida. Posizione che si indica generalmente con uno zero. Per avere poscia l'altezza della colonnetta liquida corrispondente alla temperatura dell'acqua bollente non si immerge direttamente in essa il tubetto, poichè l'esperienza dimostra che non tutta l'acqua che bolle in un vaso si mantiene alla stessa temperatura (gli strati d'aqua sono tanto più caldi, quanto più sono prossimi al fondo del vaso, ossia alla sorgente di calorico che serve a riscaldarlo, e quanto più grande è l'altezza dell'acqua nel vaso stesso), però i vapori che si svolgono dall'acqua bollente, si mantengono sempre alla stessa temperatura dello strato d'acqua più alto e quindi a quella temperatura adottata qual limite superiore della scala termometrica.

Per mantenere il canello in mezzo a questi vapori, si piglia un vase B A C D con lungo collo forato alla parte superiore in O, come indica la figura 48. Questo collo si chiude con un turacciolo traverso il quale passa il canello del termometro. Il collo stesso è poi chiuso tutto all'ingiro con una cassetta munita d'una sola apertura A. — Riempiuto d'acqua per metà circa il vaso, lo si espone al fuoco, in breve tempo l'acqua entra in ebullizione ed incomincia a svolgersi il vapor acqueo alla sua superficie; questo sale, investe tutto il tubo del termometro, ed esce poscia dai fori O O e per ultimo dal foro o tubetto praticato verso A. — La cassetta che circonda il collo ha per

ufficio di impedire che il vapore uscendo dal vaso si raffreddi e lo obbliga quindi a mantenersi a costante temperatura. La colonnetta liquida del termometro, esposta come abbiam detto ai vapori dell'acqua, si riscalda ed aumentando di volume va continuamente salendo; ma stabilitosi dopo un certo tempo l'equilibrio di temperatura fra essa ed il vapore che la circonda, cessa di salire e fino a che dura l'ebullizione si mantiene stazionaria. Si segna allora con la punta di diamante questa altezza massima cui giunge in tal caso la colonnetta liquida.

Ottenuti per tal guisa due punti estremi nella scala delle temperature, altro non resta che suddividere quest'intervallo fondamentale in un determinato numero di parti eguali. Diconsi termometri a *scala di Reaumur* od *ottantigradi* quelli che hanno la divisione di 80 parti; *centigradi* od *a scala di Celso* quando la divisione sia in 100 parti; *a scala di Fahrenheit* quando lo stesso intervallo è diviso in 180 parti eguali. In ciascuno dei tre casi, una delle parti ottenute nel modo ora indicato, dicesi *grado;* ad indicare una temperatura di un determinato numero di gradi suolsi scrivere alla destra di questo numero, un po' in alto un piccolo ° (grado); ad indicare poi a quale scala appartenga la temperatura indicata da quel numero, lo si fa seguire dall'iniziale della scala stessa, per cui 100°C si leggeranno *cento gradi della scala di Celso.* 80°R, *ottanta gradi della scala di Reamur*. 180°F, *centottanta gradi della scala di Fahrenheit* (1). — Il punto più basso di quest'ultima non è segnato con lo zero come nelle altre due, ma invece la stessa graduazione si prolunga in basso; in questa scala

(1) Siccome i gradi ora scritti indicano le stesse variazioni di temperatura, così si scorge che 100°C sono eguali ad 80°R e a 180°F e quindi anche 5°C = 4°R = 9°F.

Per convertire quindi un numero di gradi centigradi in quelli della scala di Reaumur bisognerà moltiplicare i primi per $\frac{4}{5}$: per conver-

si ha il punto segnato zero portando 32 parti eguali a quelle ottenute con la divisione per 180 sotto al punto cui si arrestò il liquido quand' era immerso nel ghiaccio fondentesi. Quindi questa scala è divisa in 32 più 180 ossia in 212 parti eguali, il suo zero però non corrisponde a quello delle altre due scale, ma è alquanto più basso. Non corrisponde alla temperatura del ghiaccio fondentesi, ma a quella di una mescolanza in parti eguali di neve e sale ammoniaco.

Per distinguere i gradi che si trovano al disopra da quelli che si trovano al disotto del punto segnato zero si convenne di chiamare *positivi* i primi e indicarli col segno *più* (+); *negativi* i secondi e denotarli col segno *meno* (—).

Quando il termometro abbassandosi giunge a segnare alcuni gradi sotto allo zero, volgarmente si dice che il termometro segna tanti gradi di freddo. No, signori, il termometro non indica freddo, indica sempre calorico. La parola freddo non ha che un valore relativo e la si adopera per denotare un corpo meno caldo d'un altro. — Per tal motivo diciamo che il ghiaccio è più freddo del corpo umano, intendendo che il ghiaccio è meno caldo del nostro corpo, e questo alla sua volta è meno caldo dell'acqua bollente, la quale è meno calda del piombo liquido che è poi meno caldo del zinco liquido, ecc. ecc. Se taluno dicesse che il piombo liquido è freddo, chi riescirebbe a frenare il riso? Immergivi una mano e poi mi racconterai se ei sia freddo, direbbe qualche ragazzetto malizioso: eppure il piombo fuso è freddo rispetto allo zinco, all'argento,

tire invece i gradi di Reaumur in centigradi converrà moltiplicare i primi per $\frac{5}{4}$; così per esempio

$$30° C = \frac{4}{5} \times 30 = 24° R.$$

all'oro, al ferro, al platino fusi. — Nello stesso modo il ghiaccio fondente è caldo rispetto al vino gelato, al mercurio, all'etere, all'acido carbonico, all'acido solforico solidificati.

Concludiamo adunque: in natura non vi è corpo che possa dirsi assolutamente caldo o freddo; vi sono bensì molti corpi dotati di maggiore o minore quantità di calorico. — I limiti delle temperature adoperati per segnare la scala termometrica sono completamente arbitrarii; possono esservi temperature molto ma molto superiori a quella dell'acqua bollente, (il ferro ad esempio richiede per fondersi una temperatura di 1600°C, il platino 2500°C) e temperature altrettanto inferiori rispetto a quella del ghiaccio fondentesi.

Nessun corpo per quantunque caldo, potrà darci l'idea del corpo il più caldo, poichè col pensiero potremo sempre immaginare un corpo ancor più caldo; e così pure non vi ha corpo dotato di tanto poco calorico, o come dicesi tanto freddo, che non si possa immaginare un corpo ancor più freddo. La mente umana non può fissare un limite nè alle alte nè alle basse temperature.

È comune errore quello di credere che il termometro valga a misurare la quantità di calorico posseduta da un corpo; nè desso nè altro strumento può servire a ciò; il termometro si limita a dar sempre lo stesso segno quando si trova alla stessa temperatura e serve ad indicarci quale fra due o più corpi sia più caldo dell'altro. — E se uno d'essi indica ad esempio al termometro una temperatura di 32° mentre l'altro accenna ad una temperatura di 16° non potremo concludere che la temperatura del primo è doppia di quella del secondo, ma unicamente che la quantità ignota di calorico, posseduta da quest'ultimo è maggiore di quella posseduta dal primo.

Ancora due parole ed avremo finito: oltre ai termometri a mercurio ed a spirito di vino, da noi descritti,

sonvi pure i termometri metallici. Anch'essi si fondano sulla ineguale dilatazione o contrazione prodotta nei diversi metalli dall'aumento o diminuzione della temperatura, riescono ancor più squisiti dei termometri a liquido e tradiscono le più piccole variazioni di temperatura. Sono formati da tre laminette sovrapposte, una di platino l'altra d'oro e la terza d'argento, saldate insieme per tutta la loro lunghezza. Compresse poi dal laminatoio formano un solo nastro metallico molto sottile, che viene quindi avvolto in forma di spira come vedesi nell'unita figura. Se ne fissa l'estremità superiore ad un sostegno, e si appende all'estremità inferiore di detta spira un leggero indice che può muoversi liberamente sopra un quadrante graduato orizzontale. Dei tre metalli adoperati nella fabbricazione della spira, l'argento è il più dilatabile ed il platino lo è il meno. L'argento occupa la parte interna della spira, ed il platino l'esterna. All'aumentare della temperatura e dilatandosi l'argento più degli altri due metalli, la spira deve svolgersi da sinistra a destra, e muovere l'indice in questo senso, mentre l'opposto succede quando la temperatura si abbassa. L'oro collocato fra gli altri due metalli, avendo una dilatazione intermedia a quella degli stessi giova ad impedire la rottura che potrebbe prodursi per la differenza della loro dilatazione. Per graduare questo termometro se ne confrontano le indicazioni con quelle fornite da un buon termometro a mercurio. — Altre volte questi termometri si riducono a forma tascabile dando loro l'aspetto d'un orologio.



49. Termometro metallico.

IL BAROMETRO

I.

Le frasi improprie. — L'aria. — La macchina pneumatica. — Esperimenti piacevoli. — Peso dell'atmosfera. — Le pompe dei pozzi. — Il mercurio. — L'orrore del vuoto! — Torricelli inventore del barometro. — Sua modestia. — Esperimenti di Pascal sulla montagna del Puy-de-Dôme.

In queste conversazioni scientifiche, mi accade sovente di additarvi le frasi improprie che sono troppo comuni. Non si può credere il male che fanno questi modi di dire erronei: è colpa loro se sono invalse in materia di scienza le idee più strane; e se voi fate qualche osservazione, vi rispondono: ma si dice pure così e così! L'abitudine è tale che tu che conosci l'improprietà di una frase, l'adoperi, per non darti il fastidio di cercarne un'altra, e per non sentirti appiccicar del pedante.

Per accennarne una delle mille, quante volte avrete udito ed anche detto in un giorno di nebbia o di temporale, che il tempo, o peggio ancora, che l'aria è pesante. Eppure propriamente allora l'aria è più leggera del solito, ed è questa che vi fa sentire un malessere, come al pesce che si trova fuor d'acqua. Andiamo infatti a consultare il barometro.

Già sapete che l'aria, sebbene sia trasparente, mobilissima e leggerissima, pure è un corpo, ed è quindi, come tutti i corpi della natura, dotata di un certo peso.

A convincervi della verità di questo ragionamento, a convincervi cioè che l'aria è pesante vi invito a pre-

Digitized by Google

starmi un po' d'attenzione in un facile esperimento che voglio ora esporvi.

Prendiamo un vaso di vetro di forma qualunque, per esempio sferica, come è quello rappresentato dalla figura 50, il quale termini in un collo guernito d'un orlo metallico che possa essere tenuto chiuso od aperto per mezzo di una chiave o *robinetto*. Il robinetto essendo aperto, il pallone sarà certamente ripieno d'aria; or bene, sospendiamo questo pallone per mezzo dell'uncino che lo sormonta ad un altro uncino pendente dal piatto inferiore di una bilancia, nell'altro piatto della quale collocheremo tanti pesi quanti saranno necessarii per tenerla in equilibrio. Ciò fatto, togliamo via il pallone e ricorrendo a quella macchina che serve a fare il vuoto, *macchina* cui dai fisici si dà il nome di *pneumatica*, vuotiamolo dell'aria che esso contiene, quindi giriamo il robinetto per impedire all'aria di rientrare nel pallone e sospendiamolo nuovamente alla bilancia. Allora i pesi che prima mantenevano esattamente l'equilibrio saranno esuberanti, il piatto contenente i pesi si abbasserà, quello cui è sospeso il pallone si alzerà e se vorremo ristabilire l'equilibrio dovremo togliere alcuni pesetti dal primo piatto. Per qual motivo? perchè mentre nella pesata precedente il pallone era ripieno d'aria, in questa seconda pesata esso ne è vuoto: i pesi sottratti rappresenteranno quindi il peso dell'aria che era prima contenuta nel pallone. L'esperimento riescirebbe convincente del pari eseguendolo inversamente; vuotando cioè anzitutto il pallone dell'aria ch'esso contiene, chiudendo quindi il robinetto, sospendendo il pallone così vuoto al piatto della bilancia e collocando nell'altro piatto i pesi necessarii a mantenere l'equilibrio: quando la bilancia sarà perfettamente equilibrata, si apra il robinetto; allora l'aria penetrando nel pallone lo riempie, e quasi istantaneamente si vedrà rompersi l'equilibrio; il piatto dei

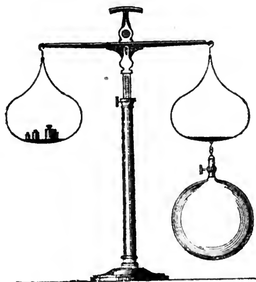
Digitized by Google

pesi salirà e quella del pallone discenderà, pella semplicissima ragione che quei pesi che mantenevano in equilibrio il pallone quand' era vuoto non possono fare equilibrio al pallone empiutosi d'aria. Per ristabilire l'equilibrio dovremo aggiungere alcuni pesetti; tanti cioè, quanti ne avevamo tolti nell'esperimento precedente. Se la capacità del pallone fosse un litro, il peso che dovremo aggiungere sarà un grammo e tre decigrammi, se fosse di dieci litri quel peso sommerebbe a tredici grammi, e così via.

Questa esperienza non ci lascia più dubbio che l'aria è pesante.

La massa d'aria che circonda il nostro globo terrestre chiamasi *atmosfera*, e secondo i computi più accurati sembra che non abbia un'altezza superiore a 64 chilometri. Però il peso dell'aria non è ovunque lo stesso; nelle regioni più basse dell' atmosfera esso è, a un dipresso, quello da noi indicato testè, ma mano mano che si sale, si trova che uno stesso volume d' aria pesa successivamente meno; si trova cioè che *la densità dell' aria* va costantemente diminuendo, fino a che sollevandosi nelle regioni superiori dell'atmosfera si troverebbe che l' aria di cui essa è composta è d' una straordinaria leggerezza. Per qual ragione? perchè, mentre le parti più basse dell'atmosfera devono sopportare il peso di tutta l' aria superiore, le parti più alte sopportano quantità d'aria di mano in mano minori; e siccome *l'aria è un fluido compressibile* così ne viene che le regioni inferiori dell' atmosfera, essendo più premute, sono anche più dense, e le porzioni d'atmosfera che si incontrano di mano in mano salendo, sono di densità sempre minore.

Dal fin qui detto risulta che tutti i corpi posti alla superfice della terra devono sopportare il peso di tutta l'aria esistente superiormente ad essi, peso che come vedremo corrisponde a 10330 kilogrammi per ogni metro quadrato di superfice.



50.

Questa enorme pressione che l' atmosfera esercita su tutti i corpi non ci è sempre manifesta, poichè il più delle volte essi sono premuti dall' aria tanto dall' alto al basso quanto dal basso all' alto, tanto da un fianco quanto dall' altro; e quindi le due pressioni si fanno equilibrio; se però si ha un corpo premuto da una parte sola dell'aria, la pressione si manifesta. Così ad esempio prendendo un largo tubo di vetro o d'altra sostanza il quale sia chiuso esattamente alla sua parte superiore da una membrana di vescica ed appoggiandolo sul piatto d'una macchina pneumatica; appena si principia a fare il vuoto nel tubo per mezzo di quest' ultima, si vedrà la vescica piegarsi per effetto del peso di tutta l'aria che esiste sovr'essa e che non trovasi equilibrata al disotto, e quando il vuoto sarà fatto si udrà scoppiare la vescica con gran fracasso perchè la vescica stessa, non potendo reggere



51.

Digitized by Google

al peso dell'aria, si rompe; il rumore è prodotto dell'aria che si precipita nel tubo.

Un altro esperimento che passiamo a descrivere varrà a mostrarvi che realmente la pressione che si esercita alla superfice dei corpi è grandissima. — Si prendano due emisferi cavi di rame *a* e *b* (fig. 51), i cui orli unti di sego combacino perfettamente; uno di essi sia munito d'una canella *c* col mezzo della quale si possa estrarre dai due emisferi l'aria contenuta nella loro cavità. Questa canella sia munita d'una chiave chiudendo la quale si impedisce all'aria di riempiere quella capacità. Fatto



52.

il vuoto nella medesima, i due emisferi, che quand'erano pieni d'aria si staccavano con la massima facilità, sono ora premuti l'uno contro l'altro dall'aria esterna con uno sforzo grandissimo. L'inventore della macchina pneumatica, Ottone di Guerike, eseguì pel primo tale esperimento nell'anno 1650 a Ratisbona dinanzi a Ferdinando III imperadore. Gli emisferi adoperati in quell'esperimento, avevano pochi decimetri di diametro ed erano muniti ciascuno d'un anello, come lo indicano le figure 51 e 52. Ebbene, come potevasi prevedere col soccorso della teoria,

parecchi cavalli attaccati agli anelli dalle due parti opposte non bastarono a separare i due emisferi.

Girando poi il robinetto, l'aria penetra nuovamente nella cavità dei due emisferi, e questi possono essere allontanati l'uno dall'altro dalle mani di un fanciullo.

Ora vi descriverò un altro esperimento non meno importante, col vantaggio di poter essere eseguito da chichessia con somma facilità.

Prendiamo un tubo di vetro aperto alle sue due estremità ed immergiamolo parzialmente nell'acqua contenuta in un bacino. Vedremo allora che l'acqua scaccerà parte dell'aria contenuta nel tubo e si alzerà in esso mantenendosi allo stesso livello tanto nell'interno del tubo quanto nel rimanente del bacino. Ma se, preso un coperchio lo adagiamo dapprima sulla superficie dell'acqua del bacino e poi esercitandovi sopra una certa pressione, veniamo a premere l'acqua che sta sotto, ecco l'acqua del tubo alzarsi tanto più nel suo interno quanto sarà maggiore la pressione esercitata sul coperchio. Eseguendo replicate ed accurate esperienze, le quali sono esattamente confermate dalle teorie meccaniche, si trova che l'altezza a cui ergesi l'acqua nel tubo al di sopra del livello dell'acqua del bacino, è sempre tale che il peso della colonna liquida che rimane sospesa, esercita su ogni punto della sua base una pressione identica a quella che il coperchio esercita su ogni punto della superficie dell'acqua del bacino. Per ultimo osserviamo che se, allontanato il coperchio ed immerso ancora il tubo nell'acqua vi applichiamo la bocca ed aspirando l'aria che vi è contenuta facciamo il vuoto nell'interno dello stesso, vedremo l'acqua salirvi a grande altezza. A renderci ragione di tale fenomeno basta por mente che nel primo caso l'aria preme egualmente tanto la porzione d'acqua circondata dal tubo quanto quella contenuta nel bacino, e quindi non vi ha alcun motivo per cui l'acqua debba sollevarsi nel tubo. Nell'ultimo caso al-

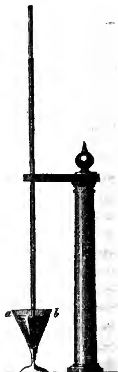
l'incontro, l'acqua circondata dal tubo in cui si è fatto il vuoto, succhiandone l'aria con la bocca, non è menomamente premuta dall'aria; mentre quest'ultima continua sempre a premere con gran forza sul restante dell'acqua contenuta nel bacino. In tal caso l'aria atmosferica compie lo stesso ufficio del coperehio premente, che abbiam veduto or ora; con la sola differenza, che nel caso del coperchio l'elevarsi dell'acqua nel tubo era indipendente dalla pressione atmosferica, la quale agiva con egual forza tanto sull'acqua circondata dal tubo quanto sulla rimanente; ora invece l'ascensione dell'acqua è unicamente dovuta alla pressione atmosferica, l'acqua premuta esternamente sale nel tubo nel quale non incontra resistenza alcuna. Quest'esperimento serve di base alla teoria delle pompe destinate ad innalzare le acque dai pozzi o dalle cisterne.

Se nell'esperimento ora descritto si adopera in luogo dell'acqua un liquido più pesante, per esempio il mercurio, esso salirà nel tubo, ma ad altezza molto minore poichè, come abbiam detto, l'altezza cui si solleva la colonna liquida nell'interno del tubo è sempre tale da fare equilibrio col proprio peso alla pressione che si esercita esternamente, sia essa quella dell'atmosfera od un'altra qualunque prodotta artificialmente. E non variando la pressione che si esercita all'esterno non può neppur variare il peso della colonna liquida sostenuta, e siccome quanto più un corpo è pesante tanto minore spazio egli occupa, così ne viene che l'altezza della colonna liquida sarà tanto minore quanto più sarà pesante e quindi denso il liquido impiegato. Questo fatto serve di base alla costruzione dei *barometri*, parola greca che vale precisamente *misura del peso*, sottintendendosi che il peso che si vuol misurare è quello dell'atmosfera.

Gli antichi avevano qualche idea vaga intorno al peso dell'aria; sarebbe stato impossibile dubitare completamente

di questo fatto avendo sempre sott'occhio i potenti risultati meccanici prodotti dai movimenti dell'atmosfera; gli effetti dei venti avrebbero bastato a stabilirne l'evidenza. Aristotile quindi, coi filosofi dei suoi tempi, ammetteva che l'aria fosse pesante, ma come in tanti altri argomenti di fisica egli non andava più oltre nei suoi ragionamenti e non sapeva trarre da sì fecondo principio la più leggera deduzione per spiegare con essa qualche fenomeno naturale.

Come tutti sanno, le scienze fisiche fecero ben pochi progressi dai tempi d'Aristotile fino al sedicesimo secolo, durante il quale e nel successivo esse progredirono notevolmente in ispecial modo per opera del grande nostro compaesano l'immortale Galileo. Non solo le scienze progredirono poco in quel lungo intervallo di tempo, ma la maggior parte dalle scarse cognizioni scientifiche che si possedevano erano od erronee o svisate da falsi ragionamenti. Non deve quindi destare stupore l'udire che fino ai tempi di Galileo si credeva che l'acqua salisse sia nelle pompe, sia in un tubo aperto immerso con una estremità in un liquido e dalla cui bocca si estraesse l'aria aspirandola; che l'acqua salisse unicamente *perchè la natura*, dicevasi *ha orrore del vuoto!* Infatti tanto nel caso della pompa quanto in quello del tubo da cui si aspira l'aria si fa il vuoto rispettivamente nell'una o nell'altro; ora i filosofi di quei tempi essendosi fitti in capo l'idea che la natura ha orrore pel vuoto e vedendo l'acqua entrare nella pompa e nel tubo, si credevano in diritto di concludere che, appena vuotata



53.

d'aria la prima od il secondo, l'acqua vi penetrasse per occuparvi lo spazio rimasto vacuo.

Accadde verso il 1630 un caso nuovo nel suo genere. Alcuni fontanieri di Firenze dovevano sollevare dell'acqua mediante pompe a grande altezza. Con grande stupore osservarono che per quanta fatica facessero, l'acqua non giungeva mai all'altezza voluta; essa si sollevava bensì nell'interno della pompa per circa trentadue piedi (metri 10,33), ma nulla più. Un discepolo di Galileo, *Evangelista Torricelli* venne a cognizione di questo fatto e si propose di trovarne la spiegazione. Egli comprese anzitutto che la spiegazione adottata fino allora per rendere ragione della ascensione dell'acqua nelle pompe era erronea completamente. Perchè, diceva egli, la natura che, come si dice, fa salire l'acqua nella pompa per l'orrore che ha pel vuoto, non la fa salire anche ad un altezza maggiore di trentadne piedi? Postosi quindi a rintracciare la vera causa del fenomeno, la attribuì giustamente alla pressione dell'aria, che agendo sulla superfice libera dell'acqua in cui è immersa la pompa, costringe la prima a salire nella seconda, tosto che essa sia stata privata (per mezzo delle valvole e dello stantuffo) di tutta l'aria che prima conteneva. Per verificare l'esattezza del suo ragionamento, Torricelli pensò che quanto succedeva con l'acqua nella pompa, doveva pure succedere con qualunque altro liquido; pensò pure molto saggiamente che quanto più denso fosse il liquido impiegato nell'esperienza, a tanta minore altezza esso si sarebbe innalzato nel tubo. Egli prese quindi un liquido molto più denso dell'acqua, il mercurio, e ne empì un vaso; prese poscia un lungo tubo di vetro chiuso ad uno dei capi e riempiutolo esattamente dello stesso liquido, lo capovolse. Tenendone chiusa l'apertura con un dito la immerse per ultimo nel vaso contenente il mercurio (fig. 53). Il mercurio del tubo discese per un certo tratto e poi rimase stazionario, mantenendovisi all'altezza di circa ventotto

pollici (metri 0.76). Confrontando quindi la densità del mercurio con quella dell'acqua [1]. Torricelli si accorse che l'altezza cui si innalzava il mercurio nel tubo stava appunto in proporzione dell'altezza cui innalzavasi l'acqua nella pompa, poichè essendo il secondo liquido circa tredici volte più leggero del primo, una colonna d'acqua alta trentadue piedi doveva esercitare sulla sua base una pressione eguale a quella d'una colonna di mercurio alta circa ventotto pollici. Torricelli con somma sua soddisfazione si accorse quindi della esattezza del suo ragionamento ed annunciò ai dotti che la forza che fa ascendere l'acqua in un tubo vuoto all'altezza di trentadue piedi, ed il mercurio a quella di circa ventotto pollici era unicamente la pressione dell'aria atmosferica. Grazie all'interessante esperimento di Torricelli, il peso e la pressione dell'atmosfera furono stabiliti; e la teoria dell'orrore della natura pel vuoto assieme alle molte assurde conseguenze che erano state da essa ricavate furono ad un tratto e per sempre sbandite. Una gran quantità di fenomeni venne quindi ridotta ad una semplice legge e l'aria venne da quell'istante in poi considerata un corpo come tutti gli altri della natura, soggetto quindi alle stesse leggi che governano tutti i corpi. Grazie all'esperienza di Torricelli, una nuova sorgente di riflessioni fu aperta a coloro che erano capaci di profittarne e si fece un passo importante nella emancipazione della mente dal giogo dei pregiudizii e di un'autorità stabilita da secoli.

Il merito di Torricelli si accrescerà ancora ai vostri occhi, mie care lettrici, udendo che la generosità del suo animo giungeva a segno tale da fargli candidamente deplorare che il merito della scoperta da lui fatta non fosse toccato al suo amato maestro Galileo.

Com'è ben naturale, anco il convincente esperimento

[1] La densità del mercurio è 13,6 prendendo per unità quella dell'acqua.

Digitized by Google

di Torricelli trovò da principio varii oppositori i quali parte per ignoranza, parte per invidia mettevano in campo mille obbiezioni.

Pascal celebre filosofo francese concepì un bel pensiero. Onde distruggere completamente quelle obbiezioni, egli pensò che siccome la densità dell'aria decresce continuamente quanto più in alto si sale nell' atmosfera, così la pressione grazie alla quale il mercurio rimene sospeso nell'esperimento di Torricelli, dev'essere maggiore ai piedi anzichè in vetta d'un alta montagna e ne concluse quindi che osservando l'altezza a cui ascende il mercurio, prima alla base e poi alla sommità della stessa, questa dovrebbe essere tanto maggiore nel primo caso in confronto del secondo, quanto più fosse alta la montagna. Mentre, se il mercurio ascendesse nel tubo pel solo orrore della natura pel vuoto, non variando questo alle varie altezze, l'altezza della colonna di mercurio avrebbe dovuto essere la stessa sia ai piedi sia in vetta della più alta montagna. Lo esperimento concepito da Pascal venne eseguito da un suo parente sulla montagna detta il Puy-de-Dôme nell' Alvernia il giorno 20 settembre 1648. La colonna di mercurio si abbassò nel tubo di circa tre pollici; si rese quindi manifesto che il mercurio è realmente sostenuto nel tubo dal peso dell'atmosfera, perchè diminuendo il peso della medesima diminuisce pure l'altezza della colonna di mercurio. Per tal guisa i ragionamenti di Torricelli e di Pascal ebbero una splendida conferma. Dopo un'esperienza tanto concludente tutti gli oppositori ammutolirono e rimasero convinti della verità delle conclusioni del discepolo di Galileo.

Premesse queste varie considerazioni passiamo ora a darvi l'esatta descrizione del barometro.

Digitized by Google

II.

Barometro a vaschetta. — La camera, il vuoto, l'altezza barometrica. — Variazioni. — Il barometro a sifone e quello a quadrante. — Pascale Hooke. — La pioggia ed il bel tempo. — I gabinetti meteorologici. — Speranze per l'avvenire. — Le montagne e il gas. — Barometri senza mercurio.

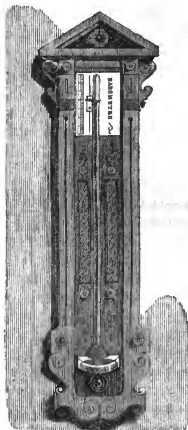
Come abbiamo detto, la costruzione dei barometri, si fonda sulla esperienza di Torricelli. Senza variare il loro principio variano sì la loro forma come la loro disposizione. secondo queste variazioni si hanno i *barometri a vaschetta*, quelli *a sifone*, quelli *a quadrante*, ed alcuni altri meno usitati.

Volete costruire un *barometro a vaschetta?* Prendete un tubo cilindrico di vetro lungo circa ottantacinque centimetri, del diametro interno di cinque a sei millimetri, aperto all' uno dei suoi capi e chiuso all'altro; versatevi lentamente del mercurio, e quando il tubo ne sia ripieno circa a metà, esponetelo al fuoco d' un bragiere. In poco d'ora il liquido metallo è bello e riscaldato ed entra in ebullizione; i vapori mercuriali, sollevandosi e gorgogliando, scacciano via dal tubo quel po' d'aria e d'umidità che fosse rimasta aderente alle sue pareti interne. Adesso poi lasciatelo raffreddare, indi vi verserete nuovo mercurio fino a riempierne il tubo completamente; poscia abbiate pazienza di riscaldarlo da capo per la stessa ragione di scacciarne ogni resto d' aria e d' umidità. Non avete più che a chiudere con un dito la bocca del tubo, e immergerlo capovolto in una vaschetta ripiena di mercurio purissimo (fig. 54), ed il vostro barometro è fatto. Siccome il tubo non contiene più la menoma particella d'aria, essendo il mercurio rimasto padrone assoluto del campo, quest' ultimo liquido, dopo essere disceso per un breve tratto, si manterrà nel tubo ad una certa altezza.

La porzione superiore del tubo priva di mercurio, chiamasi *camera barometrica;* e lo spazio vuoto racchiuso dalla stessa dicesi *vuoto barometrico* o *vuoto Torricelliano* in memoria del grande inventore del barometro.



54.



55. Barometro a vaschetta.

Onde riconoscere se la camera barometrica sia del tutto vuota, si inclina lentamente il tubo. Se il suono che si fa udire è secco e metallico, siate certi che la camera è vuota; se invece quel suono è cupo, vuol dire che la camera contiene aria od umidità, e lo stromento non è buono.

Vi ho detto prima che il barometro è fatto, non è però

Digitized by Google

costruito; a compierne la costruzione dirò così meccanica, vuolsi fissare tanto il tubo quanto la vaschetta sur una tavoletta di legno munita nella sua parte superiore d'una scala esattamente divisa di millimetro in millimetro. L'ufficio di questa scala consiste nell'indicare l'elevazione della colonna di mercurio nell'interno del tubo, cominciando dal piede della colonna istessa, ossia dal livello del mercurio nella vaschetta. L'altezza di tale colonna dicesi solitamente *altezza barometrica*.

Questa altezza barometrica è soggetta a variazioni in uno stesso sito, il che prova che la pressione atmosferica non è sempre la stessa in un dato luogo. Quando questa diminuisce, diminuisce pure, per quanto abbiamo già detto, anche l'altezza del barometro, e viceversa. Ecco dunque che per mezzo del barometro si potrà conoscere ad ogni istante quale sia in un luogo determinato la pressione atmosferica.

Alcune delle variazioni cui va soggetta la colonna barometrica, si presentano quasi periodicamente ogni giorno con certa regolarità e perciò appunto sono dette *variazioni regolari;* altre, specialmente nei nostri climi, si manifestano irregolarmente e però sono chiamate *variazioni accidentali*.

Le prime sono tanto precise nelle regioni equatoriali che, come asserisce il celebre Humboldt, un barometro vi può fare quasi le veci d'un orologio.

Chiamasi *altezza media barometrica*, l'altezza che si otterrebbe facendo la media fra un gran numero di altezze osservate, dividendo cioè la somma di queste per il loro numero. L'altezza media barometrica al livello del mare è di circa ventotto pollici, od in misura moderna settantasei centimetri. Le variazioni accidentali possono sollevare e deprimere il mercurio rispettivamente fino ai settantotto e fino ai settantaquattro centimetri.

Nei luoghi posti a qualche altezza sul livello del mare,

Digitized by Google

l'altezza media del barometro è minore, essa diminuisce tanto più quanto più in alto si sale.

Abbiam detto sul principio di quest'articolo che la pressione esercitata dall'atmosfera su un metro quadrato di superficie è pari a quella che verrebbe esercitata dall'ingente peso di 10,330 chilogrammi; ora siamo giunti al momento di rendervene conto. Siccome l'atmosfera esercita al livello dei mari una pressione capace di tenere sospesa nel barometro una colonna di mercurio alta in medio settantasei centimetri, così si comprende facilmente che ogni parte della superficie terrestre è al livello del mare premuta dall'aria tanto quanto lo sarebbe da una colonna di mercurio che coprisse quella parte e fosse alta settantase centimetri. Ora il peso di una colonna di mercurio di tale altezza e che avesse per base un centimetro quadrato è di chilogrammi 1,033, il peso adunque della colonna di mercurio alta settantasei centimetri, che gravitando su una base avente la superficie d'un metro quadrato (diecimila centimetri qaadrati) vi esercita una pressione identica a quella dell'atmosfera, sarà diecimila volte maggiore e quindi pari a quello di 10,330 chilogrammi.

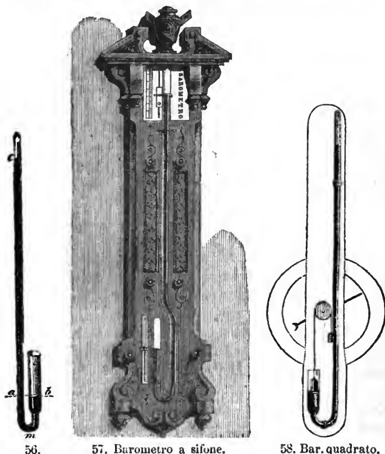
Nel barometro a vaschetta si legge l'altezza della colonna barometrica osservando in faccia a quale fra le divisioni segnate sulla scala fissa si trovi la sommità della colonna di mercurio. In questo sistema però trovi un inconveniente: quando all'aumentare della pressione atmosferica il metallo si innalza nel tubo, il suo livello si abbassa contemporaneamente nella vaschetta.

Lo zero della scala, ossia il punto da cui si comincia a contare l'altezza del mercurio, non si trova più al suo giusto posto che sarebbe precisamente al piede della colonna barometrica; poichè mentre lo zero è rimasto immobile, il piede della colonna si è abbassato, quindi lo zero si trova alquanto più in alto del punto in cui dovrebbe essere.

Digitized by Google

Il barometro a sifone ideato da Pascal è esente di quest'inconveniente.

Esso è formato di un tubo di vetro ricurvo, a due rami, di lunghezza ineguale (fig. 56). Il maggiore è lungo circa novanta centimetri, il minore poco più di dieci con un



56. 57. Barometro a sifone. 58. Bar. quadrato.

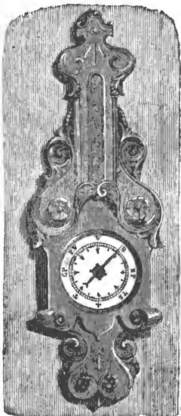
diametro alquanto più ampio di quello del tubo più lungo.

Il primo è chiuso, il secondo è aperto. Dopo estrattane tutta l'aria e l'umidità, lo si riempie di mercurio. Il mercurio però non riempie completamente il tubo più lungo, discende per un certo tratto e poi rimane stazionario;

Digitized by Google

poichè per effetto della pressione atmosferica che agisce sull'estremità aperta del ramo più corto, che fa l'ufficio di vaschetta, deve rimanere sospesa una colonna di mercurio alta in medio settantasei centimetri. Tale altezza risulta dalla differenza d'elevazione fra il livello del mercurio nei due rami, risulta cioè dalla differenza fra l'altezza *m c* e la *m b*, è quindi eguale all'altezza *a c*.

Per leggere comodamente quale sia l'altezza barometrica con lo strumento di cui stiamo parlando, si appoggia il tubo sopra una tavoletta verticale di legno (fig. 57) munita di due scale divise di millimetro in millimetro, collocate in vicinanza dei punti *b* e *c*: la differenza fra i numeri che stanno in faccia al livello del mercurio in ciascheduno dei due rami, esprime l'altezza barometrica cioè la pressione dell'aria calcolata in millimetri.



59. Barometro a quadrante col suo indice.

Per ultimo *il barometro a quadrante* (fig. 58) immaginato dal fisico inglese Roberto Hooke nella seconda metà del XVII secolo, è un barometro a sifone nel cui tubo più corto galleggia un pesetto di ferro. Come? un pezzo di ferro che galleggia in un liquido? Non stralunate gli occhi: è vero che il ferro immerso nell'acqua, affonda quasi istantaneamente perchè il ferro è più denso dell'acqua; ma esso galleggia nel mercurio, come il legno sull'acqua, perchè il ferro è molto meno denso del mercurio. Chiudo

la parentesi e torno a capo. Dunque quel pezzo di ferro pende dall'estremità di un filo che dopo essersi avvolto intorno ad una carrucola, discende e rimane teso da un pesetto che gli fa da contrappeso. La carrucola fa muovere un indice che può successivamente percorrere tutti i punti di un cerchio graduato come l'indice di un oriuolo, sul qual cerchio leggesi *il variabile, la pioggia, il bel tempo,* ecc. Quando la colonna barometrica, per effetto dell'aumentata pressione atmosferica ascende nel tubo, il livello del mercurio deve necessariamente abbassarsi nel ramo più corto; allora si abbassa pure il galleggiante e mediante il filo cui esso è appeso, si mette in movimento la carrucola, e l'indice fissato ad essa si muove da sinistra verso destra. Quando all'incontro, al diminuire della pressione atmosferica, la colonna barometrica si deprime, il mercurio sale nel ramo più corto e con esso il galleggiante, e per effetto del contrappeso che gli fa equilibrio, muovonsi la carrucola e l'indice in direzione opposta alla precedente e quindi da destra verso sinistra.

Ecco il come le variazioni della pressione atmosferica sono rese visibili dall'indice che scorre sul quadrante; e le varie indicazioni presso le quali si ferma l'indice dovrebbero corrispondere, ove lo strumento fosse esattamente costruito, alle varie altezze cui solitamente giunge il barometro nei varii stati dell'atmosfera. È ben raro però che tale condizione si trovi soddisfatta nei barometri che sono in commercio.

La fig. 59 rappresenta un barometro a quadrante quale è in uso negli appartamenti eleganti, ove è più un ornamento che uno stromento scientifico. Il tubo di vetro ed il piccolo meccanismo che muove l'indice, sono nascosti dai fregi del legno, e sola cosa in vista sono il quadrante e l'indice che vi scorre sopra.

— Tutte queste cose sono belle e buone, mi sento già dire: ma quel che preme a noi, è di sapere se le indica-

zioni del barometro sono poi giuste sempre, se possiamo fidarci del suo *bel tempo* e della sua *pioggia*. — Sempre no, signore mie; e mi spiace non potervi promettere che il barometro vi indicherà se dovete uscire coll'ombrello o coll'ombrellino. In generale però, quando l'aria è molto secca, quando l'atmosfera è purissima, la colonna barometrica si mantiene alta, e all'incontro all'avvicinarsi della pioggia, quando cioè l'atmosfera è pregna di umidità, la colonna barometrica si abbassa. In base a tale conclusione, confermata spessissimo, ma, vi ripeto, non sempre dall'esperienza, sono segnate le indicazioni dei barometri che ornano le nostre sale. Diciamo che non sempre il variare della colonna barometrica fornisce sicuri indizii onde pronosticare il tempo, poichè in quelle variazioni hanno troppa parte i venti e varie altre cause, alcune delle quali sono fino ad ora ignote.

E badate, che un barometro anco ben costrutto e le cui indicazioni concordino il più delle volte coi fenomeni atmosferici, può diventare pessimo in un altro paese, poichè non è a credersi che una stessa altezza nella colonna barometrica corrisponda nei varii paesi agli stessi fenomeni. Questi riescono modificati nei singoli paesi dalle particolari condizioni del luogo e specialmente dalla sua latitudine, dalla sua elevazione e dalla sua temperatura.

Ciononpertanto le osservazioni barometriche diligentemente eseguite pel corso di molti anni, accuratamente registrate, saviamente discusse e paragonate ai fenomeni atmosferici frutteranno molto alla scienza ed all'umanità tutta quanta. Già adesso i gabinetti meteorologici d'Inghilterra corrispondenti fra loro e coi principali del continente mediante il rapidissimo veicolo dell'elettricità, sono in grado di prevedere l'approssimarsi di alcune burrasche; e l'abile nocchiero avvertitone in tempo, può, grazie alle osservazioni barometriche fatte a molte miglia di distanza, salvare da certa morte le vite e le sostanze a lui affidate. E quando le nazioni tutte quante, in luogo

di cercare ognora nuovi e più potenti mezzi di distruzione, non avranno in mira altro scopo che il bene dell'umanità, quando le scienze troveranno maggiore appoggio da parte dei governi e da parte dei privati; una rete di fili telegrafici congiungerà fra loro tutte le stazioni meteorologiche della terra, e le popolazioni conosceranno in tempo opportuno l' approssimarsi dei grandi sconvolgimenti atmosferici e potranno premunirsi in tempo contro i loro disastrosi effetti.



60.

Tuttavia badate bene che non è unico ufficio del barometro il dare indizii sui fenomeni atmosferici. La idea che esso non giovi che a segnare il bel tempo e la pioggia, e il vederne gli errori frequenti, ha condannato il barometro a una specie di derisione popolare. La indicazione dei fenomeni atmosferici, non è che un'applicazione, e non la più importante, del barometro, il cui ufficio proprio è di apprezzar la pressione ossia il peso dell' aria, di calcolare le continue modificazioni che si producono in tale pressione. Perciò è indispensabile ai fisici nel misurare i gas, e rende i più grandi servigi nel misurare le altezze delle montagne. Vi ricorderete che la colonna barometrica discende quanto più in alto si porta lo strumento; ecco dunque che la quantità della sua discesa serve a misurare esattamente l'altezza dei varii luoghi sul livello dei mari. — Del pari l'aereonauta che si libra col suo pallone nell'atmosfera, non può conoscere a quale altezza ei si trovi se non che consultando il barometro.

A completare questi cenni sul barometro, aggiungeremo che al presente se ne costruiscono senza mercurio. Questi barometri sono fondati sul seguente principio di fisica: quando un tubo a pareti flessibili ermeticamente chiuso e vuoto nel suo interno, è disposto in curva, ogni aumento di pressione sulle sue pareti esterne lo fa incurvare sempre più; mentre invece ogni diminuzione di pressione sulle pareti istesse permette lo sviluppo della sua naturale elasticità ed ha quindi per effetto il farlo raddrizzare. La fig. 60 vi rappresenta uno di questi barometri. La parte essenziale ne è il tubo metallico flessibile disposto circolarmente; esso è fissato nel suo mezzo sopra un disco di legno o di metallo munito d'un arco di cerchio graduato sul quale leggonsi le solite indicazioni dei barometri. Da ciascuna delle due estremità *a* e *b* del tubo parte un filo metallico che è fissato al braccio d'una leva munita d'un indice. Per tale disposizione di cose ogni qualvolta la pressione atmosferica diminuisce, i due capi del tubo (che tende a raddrizzarsi come abbiam detto or ora) si allontanano l'uno dall'altro, stirano il filo e quindi la leva e l'indice si muovono; l'estremità di quest'ultimo si muove sul quadrante da sinistra verso destra. Quando all'incontro la pressione atmosferica aumenta, i due capi del tubo si ravvicinano, il filo metallico non è più teso e l'indice si muove in direzione opposta alla precedente per l'effetto d'una piccola molla a spirale *c* opportunamente collocata.

Le graduazioni si fanno sul quadrante paragonando i movimenti dell'indice con le indicazioni fornite da un buon barometro a mercurio.

Questo strumento presenta il vantaggio d'essere comodissimo: occupando poco spazio è molto facile a trasportarsi, ed ha inoltre il merito di essere sensibilissimo alle più piccole variazioni nella pressione atmosferica.

GLI AEROSTATI

Le prime illusioni e l'ode di Vincenzo Monti. — La leggenda d'Icaro. — Le ali di Giambattista Dante. — Il padre Lana, il padre Galieno e Tiberio Cavallo. — Un poema dimenticato. — I fratelli Montgolfier. — Effetti della prima ascensione. — Speranze di una vecchia. — Un montone, un gallo e un'anitra, primi viaggiatori aerei. — Perfezionamenti del fisico Charles. — Viaggi in Italia. — Avventure e sventure d'areonauti. — I palloni in guerra. — Spiegazione scientifica dell'ascensione dei palloni. — Modo con cui riempionsi di gaz. — Svantaggi delle Mongolfiere. — Paracadute. — Direzione dei palloni.

Poche, al certo, furono le scoperte che, come quella degli aerostati, eccitassero la sorpresa, l'ammirazione e l'universale emozione. Tutta Europa ad una voce applaudì con entusiasmo indicibile gli arditi navigatori che con intrepidità senza pari si slanciarono audacemente nell'aria ad

Occupar de' fulmini - L'inviolato impero.

L'orgoglio umano aveva infatti riportato un gran trionfo. L'uomo, andavasi ripetendo da tutte le bocche, ha conquistata l'atmosfera! quegli spazii nei quali l'occhio non trova limiti entrano ormai nel dominio umano! il mondo non ha più insuperabili barriere, gli abissi dello spazio si possono varcare!

Non poche di queste esagerate iperboli dei secentisti si tenevano per certe, poichè nessuno avrebbe osato dubitare della possibilità di dirigere a piacere in mezzo all'atmosfera le aeree navicelle, e il Monti terminava la mirabile sua ode coi versi:

Digitized by Google

Che più ti resta? - Infrangere
Anche alla Morte il telo,
E della vita il néttare
Libar con Giove in cielo.

Sbollito il primo entusiasmo, tutti i bei sogni che la nuova scoperta aveva fatti nascere svanirono, e la grande scoperta portò all'umanità vantaggi infinitamente minori di quelli che la fantasia le attribuiva nei suoi primordii.

Tuttavia il solo fatto d'un ascensione nell'aria è tanto grande ed ardito che l'annuncio di tale spettacolo attira sempre migliaia di spettatori a contemplarlo.

Fin dalla più remota antichità l'uomo invidiò agli uccelli la possibilità di muoversi a piacere in mezzo all'atmosfera, ed è indubitato che molti ingegni siansi in ogni tempo occupati del volo aereo. La storia però non avendone conservata memoria, è da ritenere che i tentativi degli antichi sieno rimasti infruttuosi. La leggenda d'Icaro è certamente un'allegoria, per cui non è questo il luogo d'occuparsene.

Al risorgere delle scienze e degli studii il problema tanto poetico del volo, della navigazione aerea, occupò di bel nuovo le menti.

Narrasi che il distinto matematico perugino *Gian Battista Dante* siasi sollevato nell'aria sul finire del XV secolo per mezzo d'ali artificiali applicate sul suo corpo, e che grazie ad esse riescisse ad attraversare nell'aria il lago Trasimeno; narrasi pure che, avendo ripetuta l'esperienza in una solenne occasione a Parigi, gli si spezzasse una delle ali e cadendo si rompesse una coscia.

Nel 1670 un *padre Lana* gesuita consacrò il quarto capitolo del suo *Prodromo dell'arte maestra* alla descrizione di una navicella che a suo credere avrebbe navigato nell'aria, e veramente nelle sue parole si trovano accennate tutte le basi su cui si fondò poscia l'areosta-



61. La prima mongolfiera.

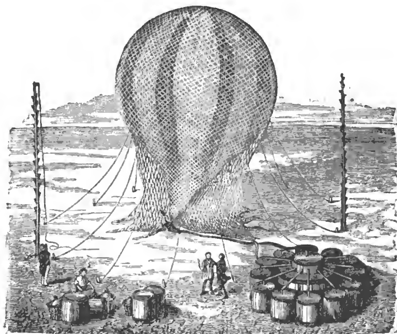
tica. Nel 1755, il domenicano *Giuseppe Galieno* stampava ad Avignone l'*Arte di navigare per l' aria,* dove proponeva « di formare un globo di buona seta incierata o impeciata, ben contornato di corde, ripieno di un'aria più leggera della comune. » Più notevole è che due anni prima (1781) che la scoperta divenisse di dominio pubblico, come stiamo per dire, per opera di due francesi; un esperimento simile veniva fatto da un italiano, *Tiberio Cavallo,* a Londra con un pallone di carta di tre o quattro piedi di diametro coperto di pelli e d'intestini. Questo italiano aveva di già trovato il metodo di riempire il pallone di gas idrogeno. Vedete che l'idea di volare per l'aria occupò prima di tutti gl'ingegni nostrani. Per cui in un poema stampato sessant'anni fa a Milano, cui nessuno più ricorda, *l' Areostiade* o *il Mongolfiero* di *Vincenzo Lancetti* si legge questa strofa:

Un Leonardo da Vinci, un Pier Martelli,
Un Luciano più di questi antico,
Un Gallien faceto ed un Borelli,
Un Lana infin della natura amico,
E seco tanti che gli occulti e belli
Arcani rintracciàro, ch' io non dico,
Immaginare e dimostrar fur visti
Macchine e navi per cui l'aer s' acquisti.

La Francia, l' Inghilterra ed il Portogallo vantano

pure scrittori che trattarono di simili argomenti ed uomini audaci, che convinti della giustezza delle loro indagini, si slanciarono nell'aria e che poi cadendo rimasero più o meno malconci.

Fatto sta che i mezzi che venivano proposti non raggiungevano lo scopo o non erano esposti altrimenti che in teoria.



62. Riempimento del pallone con gas idrogeno.

Tutto l'onore della scoperta resta ai due fratelli *Stefano* e *Giuseppe Montgolfier*. Eran essi fabbricatori di carta nel piccolo paesetto d'Annonay nel Vivarese, in Francia. Dotati di ingegno non mediocre, considerarono che un gaz che fosse più leggero dell'aria deve sollevarsi nell'atmosfera pel fatto della diversa densità di questo gaz rispetto all'aria circostante, nella stessa guisa che un corpo

meno denso dell'acqua, ad esempio un pezzo di sughero, sale a galla. Da questa considerazione alla costruzione dei palloni non era che un passo; ed essi lo fecero, sviluppando artificialmente un gaz molto leggero, ossia riscaldando un determinato volume d'aria racchiusa in un inviluppo di carta forte. Fecero alcune esperienze preliminari, il cui buon esito li stimolò a mostrarne pubblicamente il risultato ai loro concittadini.

Il dì 4 giugno 1783 un'estatica moltitudine si accalcava nella maggior piazza d'Annonay e vi contemplava la macchina aerostatica formata di tela grossolana foderata di carta. La macchina verso il basso portava un bragere sul quale fecesi ardere paglia e lana [1]: in brevi istanti l'aria riscaldandosi gonfia il pallone, il quale aumentando in volume e diminuendo in peso diviene più leggero dell'aria e si solleva maestosamente in pochi minuti fino all'altezza di ben cinquecento metri. Applausi frenetici salutarono l'ascensione della macchina ed onorarono nel tempo stesso l'intelligenza e l'abilità dei due fratelli.

Le autorità del Vivarese che avevano assistito all'esperienza ne stesero immediatamenre processo verbale, cui inviarono all'Accademia delle scienze a Parigi; e questa chiamò a sue spese Stefano Montgolfier per ripetervi l'esperienza nella grande metropoli.

Parigi era così impaziente di godere del nuovo spettacolo, che non volle aspettare l'arrivo degl' inventori. Con una pubblica sottoscrizione si raccolsero in pochi giorni dieci mila franchi; e un valente professore di fisica, Charles, presiedette alla fabbricazione del pallone che venne eseguito nello stabilimento dei fratelli Robert costruttori d'apparati di fisica.

[1] Il *nuovo* sistema di rarefazione dell'aria con cui il signor Godard operò la sua ascensione in Milano, il 13 luglio 1862, non è altro che questo sistema primitivo del Montgolfier, con qualche miglioramento.

Nessuno ancora conosceva qual gaz avesse servito ai Montgolfier per l'ascensione d'Annonay; sapevasi soltanto che quel gaz pesava circa la metà dell'aria atmosferica: Charles pensò che il gaz idrogeno che è ben più leggero (poichè infatti pesa quattordici volte meno dell'aria) servirebbe del pari a far salire un pallone che ne fosse ripieno.

Era il 27 agosto 1783 quando le entusiastiche grida di trecentomila persone salutavano l' ascensione del pallone ripieno di gaz idrogeno che partiva dal cortile delle Tuilerie. — Narrasi che una vecchia dama che assisteva all'ascensione esclamasse piangendo: « *Come è grande l'ingegno umano! non dubito che un giorno si troverà modo di prolungare la vita indefinitamente; ma a che pro', s'io allora sarò morta!* »

Intanto lo stesso inventore, il Montgolfier, arrivava a Parigi, e vi ripeteva nel giorno 19 settembre 1783 l'esperienza d'Annonay; e per giunta il pallone ad aria calda (che d'allora in poi si chiamò *mongolfiera*) alzò nell' aria, entro una gabbia di vimini appesa alla sua parte inferiore, un montone, un gallo ed un' anitra. Questi primi navigatori dell' aria fecero viaggio felicissimo e dopo essere saliti a grande altezza, calarono a terra assieme al pallone senza alcun accidente.

Il buon esito di queste belle sperienze stimolò Montgolfier a preparare un pallone che potesse ricevere degli uomini. A tal uopo ideò tutt' intorno della parte esterna dell' orificio del pallone una specie di galleria circolare intessuta di vimini e rivestita di tela. Un giovane amante degli studi fisici ed un officiale, il marchese d' Orlandes, ebbero l' ardire d'avventurarsi in quella perigliosa navicella.

Montgolfier stesso ed il re Luigi XVI erano esitanti: e specialmente il secondo non avrebbe voluto accordare a quei due arditi il permesso d' imprendere l' aereo tra-

gitto; ma la loro ostinazione la vinse ed il 31 ottobre 1783 essi si lanciarono nell'aria nel pallone appositamete costrutto da Stefano Montgolfier e che vedete delineato nella figura 61. Il loro viaggio aereo fu felicissimo, e quando discesero furono portati in trionfo dal popolo.

Un mese dopo, il 1.° dicembre 1783, questa bella esperienza ripetevasi con un pallone ripieno di gaz idrogeno, sistema molto meno pericoloso di quello delle mongolfiere, ed una folla immensa acclamava la partenza dal giardino delle Tuilerie, di Charles e di Robert. Due ore dopo, essi discendevano sur una prateria distante nove leghe da Parigi; ed anco questa volta gli arditi areonauti ricevettero non dubbie prove di ammirazione e d'entusiasmo dal pubblico.

Questo viaggio nei cieli del fisico Charles segna una data importantissima nella storia che ci occupa; poichè in tale incontro egli creò tutti quei mezzi di cui fecesi uso dappoi nei viaggi aerei: egli ideò cioè la valvola che aprendosi lascia fuggire il gaz e permette la discesa dell'aerostato; concepì il pensiero della navicella in cui collocasi l'areonauta; la zavorra, col getto opportuno della quale moderasi la velocità della discesa; la vernice di gomma elastica, che, applicata sulla serica stoffa del pallone, impedisce le fughe del gaz idrogeno; ebbe inoltre la felicissima idea d'adoperare il barometro per misurare, l'altezza a cui si giunge, poichè quanto più si sale nell'atmosfera tanto più piccola riesce l'altezza della colonna barometrica, la quale, come già sapete, si abbassa al diminuire della pressione dell'aria.

Il quarto viaggio aereo si effettuò in Italia, grazie al cavaliere *Andreani* che fece preparare una magnifica mongolfiera dai *fratelli Gerli*. I milanesi furono testimonii, della di lui ascensione che non presentò d'altronde nessuna circostanza che meriti essere ricordata.

Fu pure un italiano, *Vincenzo Lunardi*, il primo che

desse in Inghilterra lo spettacolo d'un ascensione aerea, la quale ebbe luogo in Londra il 14 settembre 1784. Non andò guari che il suo esempio venne imitato su molti punti delle isole Britanniche.

La mania per gli aerostati andava ognor più crescendo, e cresceva nel tempo stesso il desiderio di cogliere grazie ad essa nuovi allori. Così un areonauta francese, *Blanchard*, concepì l'arditissimo pensiero di recarsi in pallone da Douvres a Calais, di varcare cioè traverso l'atmosfera il braccio di mare che separa Inghilterra e Francia.

Il 7 gennaio 1785 Blanchard partì infatti da Douvres ad un'ora pom. in compagnia d'un irlandese, il dottore Jeffreis; ma appena furono ad un terzo circa del tragitto il pallone a gaz idrogeno sul quale erano saliti incominciò a discendere; per rimediarvi, essi fecero getto in prima della zavorra e poscia dei cibi che avean portati per rifocillarsi durante il viaggio; parve che il pallone risalisse, ma non tardarono molto ad accorgersi, osservando l'alzarsi della colonna barometrica, che il pallone discendeva di bel nuovo a causa delle fughe di gaz traverso la stoffa del pallone. Gli audaci navigatori, che erano ancora discosti dalle sponde di Francia, in preda alle più terribili angosce, fecero getto degli strumenti di cui si erano muniti, dei cordami, dei loro stessi vestiti, di tutto quanto insomma avrebbe potuto contribuire ad impedire la caduta nelle onde. — Ma il pallone continuava a discendere.

Dicesi che in quell'istante supremo il dottore Jeffreis offrisse, con nobile eroismo, di gettarsi in mare per salvare il suo compagno.

Restava un'ultima risorsa: sbarazzarsi dalla navicella ed avvinghiarsi alle corde del pallone. Già stavano per mettere in atto quest'idea, quando un sorriso della fortuna fece venire in loro aiuto una buffata di vento che pur spingendo il pallone verso la Francia lo fece salire al-

quanto. Le angosce degli areonauti dissiparonsi in breve alla vista di Calais cui andavansi avvicinando. A tre ore pomeridiane il pallone toccava terra in una boscaglia poco discosta da Calais. Entrati in città vennero ricevuti splendidamente; il governatore accordò a Blanchard con apposito diploma il titolo di cittadino onorario di Calais, e per commemorazione del fatto il suo pallone venne depositato nella chiesa principale della città.

Pochi mesi dopo, la morte rapiva il fisico *Pilâtre des Rosiers*, il quale dopo varie ascensioni felici avea voluto imitare l'audace tentativo di Blanchard. Ripromettendosi vantaggi grandissimi ei volle congiungere in un sistema solo i due mezzi di cui servivasi l'areostatica: concepì ed eseguì un pallone a gaz idrogeno al quale stava appesa una mongolfiera; il 5 giugno 1785 montò nel suo apparato con l'intenzione di varcare la Manica in un tratto ancor più ampio di quello percorso da Blanchard. La macchina salì dapprima a quattrocento metri circa; ma giunta a quell'altezza uno sconcerto della valvola causò l'uscita del gaz idrogeno che lasciò vuoto affatto il pallone superiore, il quale cadde sulla mongolfiera; non potendo questa reggere a tale aumento di peso, la obbligò a discendere, e la discesa fu sì precipitosa che Pilâtre des Rosiers cadde a terra privo di vita.

Le guerre in cui trovavasi impegnata la Francia sul finire dello scorso secolo fecero pensare a trarre partito dall'invenzione degli aerostati. Nel 1794 si formarono due compagnie d'aerostatieri. Un fisico, Coutelle, ricevette il comando della prima, e potè giovare molto nella battaglia di Fleururs, notando le posizioni dell'inimico e comunicandole mediante segnali ai generali francesi.

Il pallone era sempre prigioniero, era cioè legato da funi, ai cui capi mettevasi una compagnia di soldati che impedivano al pallone di allontanarsi e di sollevarsi oltre ad un certo limite.

I vantaggi più ipotetici che reali degli aerostati nelle

guerre fecero abbandonarne l'uso. — Il signor Godard però accempagnò nella guerra italiana del 1859 l'imperatore Napoleonc, e dicesi che gli abbia fornita qualche utile indicazione per mezzo delle sue ascensioni aeree.

Alcune ascensioni aeree vennero pure intraprese allo scopo di avvantaggiare la scienza, ma grandi difficoltà si oppongono ad una serie ordinata di osservazioni metereologiche in mezzo all'atmosfera; tuttavia giova sperare che i dati che si andranno raccogliendo in replicate ascensioni possano un giorno gettare una viva luce su molti punti, che sono del più alto interesse pel metereologo in particolare e per l'umanità in generale.

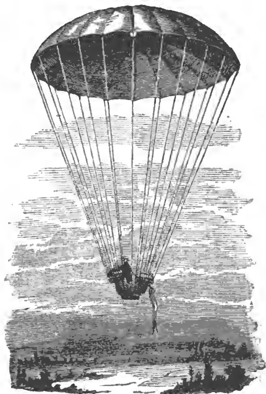
—

Ora che vi abbiam raccontata la storia degli aerostati, vi faremo conoscere in qual modo avvenga il fenomeno dell'ascensione. Ci sbrigheremo in poche parole.

Già sapete che tutti i corpi, quando sono da ogni lato circondati d'aria, vanno soggetti all'azione simultanea di due forze agenti l'una in direzione contraria dell'altra, poichè infatti mentre la gravità tende a farli discendere, la spinta dell'aria tende a farli sollevare; tale spinta, o più esattamente tale forza, è misurata dal peso dell'aria spostata dal corpo. Si comprende quindi facilmente che se il corpo immerso nell'aria pesa meno dell'aria di cui esso occupa il posto, la spinta dell'aria la vince sul peso del corpo e necessariamente esso si mette a salire. La macchina areostatica dei fratelli Montgolfier conteneva aria calda, e l'aria calda pesando meno della fredda (poichè la prima, essendo rarefatta, contiene meno materia sotto ad un dato volume) doveva far salire il pallone fino a che, dopo avere attraversati strati d'aria di mano in mano meno densi, giungesse in uno strato d'aria nel quale il peso del volume d'aria spostata fosse identicamente eguale al suo peso proprio.

Quanto abbiam detto ora per le mongolfiere vale pure

pei palloni a gaz idrogeno: un pallone che ne è ripieno sposta un volume d'aria atmosferica eguale al suo, e siccome il gas idrogeno è molto più leggero dell'aria, così esso viene spinto dal basso in alto da una forza proporzionale alla differenza che esiste fra la densità dell'aria



63. Paracadute.

e quella del gaz idrogeno. Il pallone ascenderà quindi nell'atmosfera fino a che incontrerà uno strato di densità eguale alla sua, e lì giunto dovrà fermarsi essendo pienamente equilibrato il suo peso con la spinta dell'aria circostante. Per far discendere il pallone, è mestieri cac-

Digitized by Google

ciar via del gaz, e sostituirgli aria atmosferica, e il pallone non giunge a terra fino a che non sia espulso tutto il gaz idrogeno ed il suo posto sia occupato dall'aria.

Quando l'ascensione è puramente per dare spettacolo al pubblico, in luogo di gaz idrogeno si adopera gaz illuminante, ossia gaz idrogeno bicarburato, che è circa due volte più leggero dell'aria. Per empierne il pallone, basta allora far partire una diramazione dal condotto più prossimo di gaz illuminante. Però la tenue differenza fra la sua densità e quella dell'aria impone l'uso di palloni molto voluminosi quando vogliansi sollevare persone o cose un po'pesanti.

All'incontro facendo uso di gaz idrogeno puro, le dimensioni possono essere ridotte notevolmente per essere questo gaz quattordici volte più leggero dell'aria.

Si prepara facilmente il gaz idrogeno necessario a riempiere il pallone fecendo reagire, su frammenti di ferro o di zinco, acqua mescolata ad acido solforico. Queste sostanze si collocano in botticelle comunicanti per mezzo di tubi, con un tino capovolto ed immerso in un bacino pieno d'acqua. La reazione chimica che segue dell'acqua e dell'acido solforico sul ferro o sullo zinco, produce lo sviluppo contemporaneo di due gaz, l'idrogeno e l'acido solforoso: quest'ultimo è un gaz non respirabile ed irritante che sviluppasi abbrucciando dello zolfo nell'aria, e lo vedete manifestarsi ogni volta che accendete un zolfanello. Appunto per tal motivo si fa passare il gaz nel bacino ripieno di acqua, di mano in mano che esso si sviluppa, l'acido solforoso si scioglie in essa, ed il gaz idrogeno, così purificatosi, passa nell'aerostato attraverso un lungo tubo di tela, che da un lato fa capo al tino centrale e dall'altro all'aerostato, come si scorge nella figura 62.

Sarebbe imperdonabile imprudenza il riempiere completamente l'aerostato; comunemente non lo si riempie che per tre quarti, ed ecco il perchè: mano mano che

il pallone andrà ascendendo nell'aria, ei sarà circondato da strati d'aria di meno in meno densi, i quali conseguentemente eserciteranno sovr'esso una pressione sempre minore. Diminuendo la pressione esterna, il gaz andrà dilatandosi proporzionalmente nell'interno del pallone (tutti i gaz si dilatano sempre tanto più, quanto meno sono premuti), farà gonfiare di più in più il pallone, per guisa che se quest'ultimo fosse stato riempiuto completamente di gaz al momento della partenza, la dilatazione lo farebbe ora scoppiare.

È forse necessario dimostrarvi la notevole superiorità degli aerostati a gaz idrogeno in confronto di quelli ad aria calda? Militano contro questi ultimi, e quindi a favore dei primi: la tenue differenza che passa fra la densità dell'aria calda e della fredda, la necessità di continuamente alimentare e sorvegliare il fuoco, e per ultimo il pericolo sempre grandissimo dell'incendiarsi del pallone. Per tutte queste ragioni non vedrete quasi mai ascensioni entro a mongolfiere, ma sibbene con palloni a gaz illuminante od a gaz idrogeno puro.

L'aeronauta collocasi in una navicella che è sospesa al pallone mediante una rete di corde che lo circonda tutto. Una valvola è adattata alla parte superiore del pallone; l'aeronauta può aprirla o chiuderla a suo talento per mezzo d'una fune. Aprendo la valvola, parte del gaz sfugge, l'aria vi si precipita e va ad occuparne il posto, il peso dell'apparecchio aumenta, ed il pallone può quindi lentamente e gradatamente discendere.

Ma come fare se, discendendo, il pallone dirigesi sovra un edificio, o un bosco, o un fiume; e siavi pericolo per l'aeronauta? in qual guisa scanserà egli questo pericolo? Il mezzo è semplicissimo. Prima di partire l'aeronauta colloca nella sua navicella alcuni sacchetti ripieni di sabbia: nel caso ora accennato, l'aeronauta ne vuota uno, il pallone allora sopporta un peso minore, risale nuovamente e può condurre

l'aeronauta in un sito più favorevole alla sua discesa. Lo stesso artificio ripetuto vale a moderare od a rallentare la caduta d'un aerostato. Per maggior sicurezza però gli aeronauti si muniscono d'un apparato speciale cui si dà il nome di *paracadute* e che serve a garantire la discesa da ogni pericolo. Se per una circostanza qualunque il pallone non presentasse più durante l'ascensione le richieste condizioni di sicurezza, l'aeronauta discende dalla navicella del pallone in quella appesa sotto al paracadute e tagliando la fune che lega quest'ultimo al pallone può discendere col solo paracadute e toccar terra senza il menomo accidente. Fino ad ora però non vi fu mai il caso d'adoperare il paracadute come mezzo di salvezza durante un viaggio aereo; non servì che agli aeronauti di professione per far meravigliare il pubblico coll'attraente spettacolo d'un uomo che coraggiosamente precipitasi nello spazio da enormi altezze.

Il paracadute, rappresentato dalla figura 63, è una specie di ampio parasole di circa dieci metri di diametro composto di trentasei settori di seta cuciti insieme e riuniti in cima ad un anello di legno, dal quale pendono le corde cui è appesa la navicella destinata a ricevere l'aeronauta. Nell'alto del paracadute vi ha un foro che permette all'aria, compressa dalla rapidità della discesa, di sfuggire senza imprimere scosse dannose all'apparato.

La virtù del paracadute nel moderare la rapidità della discesa proviene dal presentare, come ei fa, un'ampia superficie alla resistenza dell'aria.

Chiuderemo questi cenni intorno all'aerostatica rispondendo ad una delle solite domande su tale argomento. Si riescirà mai a dirigere a volontà i palloni viaggianti per l'aria?

Profondi studii di fisici e matematici provano che sarebbe impossibile raggiungere tale scopo coi mezzi di cui può attualmente disporre la meccanica, poichè non havvi nes-

sun meccanismo che sia atto a vincere l'enorme resistenza dei venti e delle correnti atmosferiche e che nel tempo stesso sia così leggero da poter essere sollevato nell'aria con l'aerostato.

NADAR E LA SUA INVENZIONE.

Emozioni provate. — Conversazione nell'aria. — La visita doganale. — L'elicoptero e l'aeronave. — Come si mantenga l'uccello nell'aria. — Dimensione delle ali necessarie all'uomo per volare. — Piccolezza delle ali degli Angeli. — Insufficenza delle macchine ora esistenti. — Concluzione.

Il dubbio che chiude il nostro discorso sugli acrostati, ci farà domandare da qualcuno: « ma voi dimenticate l'invenzione del signor Nadar e il viaggio del sig. Nadar? » Tutt'altro, me ne ricordo a meraviglia; e parliamone pure. Infatti, chi non ha a ricordare l'emozione dell'anno passato, e questo racconto drammatico che nell'ottobre 1863 fece il giro di tutti i giornali del globo?

« — Oh dalla terra! Dove siamo?

« — Ad Erquelines nel Belgio, presso al confine francese.

« — Oh! dal pallone! discendete per la visita doganale!

« Ma quei del pallone fecero orecchie da mercante, ed approfittando d'un vento di nord-nord-est, continuarono il loro viaggio nella direzione di Hasselt. »

E dopo questa breve narrazione, nuove notizie si avevano in abbondanza riguardo all'immenso pallone denominato il *Gigante*. Il capitano, l'ormai celebre Nadar, così annunciava al mondo la fine dell'aereo viaggio incominciato a Parigi la domenica 18 ottobre 1863. « Siam caduti nelle vicinanze di Neuburg, nell'Annover, al mezzogiorno del lunedì; abbiam sofferto molto nella discesa essendosi sventuratamente spezzate le ancore. — Saint-Felix, mia moglie ed io siamo feriti gravemente; se abbiam salva la vita è merito di Giulio Godard. »

Qui finisce la parte drammatica e pittoresca del viaggio aereo, ed eccoci al proposito nostro di parlare intorno alla possibilità della navigazione aerea. — Questo problema dimenticato per molti anni ricompare di bel nuovo, e questa volta ha per punto di partenza un'idea giustissima; la reale impossibilità dimostrata incontestabilmente di utilizzare gli aerostati per la locomozione. Nadar stesso smentì più volte le assurde voci che gli affibbiavano il merito d'aver trovato il mezzo di dirigere i palloni; i suoi viaggi sul *Géant* non dovrebbero servire, secondo lui, che a fornirgli i mezzi finanziarii per tentare su grande scala la costruzione di un nuovo apparecchio ch'ei nomina *aereo-nave*. Quest'è certamente un modo giustissimo per formare, col contributo spontaneo delle moltitudini, il capitale ch'ei crede necessario ad eseguire su grande scala ed in modo del tutto pratico le esperienze fatte fino ad ora nel suo gabinetto.

Vediamo ora in che consista il nuovo sistema e quali ragionevoli speranze sia permesso formarne.

È noto a tutti quel giocattolo avente la forma di un'elice con quattro ali di carta, che si solleva a qualche altezza, appena un ragazzo svolge una funicella avvolta intorno al suo gambo. Il ragazzo che giuoca non sa certo di avere con quella funicella comunicato un rapido movimento di rotazione ad un *elicoptero*. In questo caso il motore è il braccio del fanciullo, e quindi l'apparecchio si muove per effetto d'una forza ad esso estranea ch'ei non solleva salendo. — Ebbene, l'invenzione di Nadar e soci consiste nell'aver applicato una molla a questo giocattolo. Caricando la molla, questa imprime il movimento di rotazione all'apparecchio; l'apparecchio si solleva nell'aria unitamente alla molla e può sollevare altri piccoli pesi: già s'intende che l'ascensione dura fino a che la molla obbedendo alla sua naturale elasticità siasi svolta completamente, dopo di che l'apparecchio cade a terra.

Fondandosi su queste esperienze e concludendo dal piccolo al grande, gl' inventori si propongono di sollevare non già piccoli pesi, ma uomini; non a piccole, ma a grandi altezze e distanze. L'apparecchio che raggiungerebbe questo sogno di tante menti è già stato battezzato col nome di *aereonave.*

Sebbene non esista fino ad ora un modello di questo congegno; tuttavia si sa già, in seguito alle spiegazioni date dagli inventori, ch'esso dovrà contenere una macchina a vapore o, per lo meno, un motore a fuoco. Non essendosi tentata fino ad ora alcuna esperienza, le teorie sole ci possono lasciar presagire i possibili risultati.

Ma prima di tutto osserviamo che cosa faccia l'uccello quando vola o si mantiene nell'aria. Che fa egli? — Ei muove rapidamente e con moto continuo le ampie sue ali. A raggiungere lo scopo che l'animale si prefigge, è mestieri ch'egli eserciti un certo sforzo onde muovere le ali con la conveniente rapidità, ed è inoltre necessario che le ali stesse presentino una determinata superficie ond'esse possano trovare un sufficiente appoggio nell'aria. È facile comprendere che quanto maggiore sarà il peso dell'uccello tanto più grande dovrà essere lo sforzo da lui esercitato e tanto più ampie dovranno essere le sue ali. — Fatta quest'indispensabile osservazione, consideriamo l'analoga questione relativamente all'uomo, ed eccovi i risultati delle teorie: collocandosi anche dal punto di vista più faverevole agli inventori, si trova, che uomini di forza erculea possono produrre, ma per pochi istanti soltanto, un lavoro pari a quello d'una macchina della forza di mezzo cavallo-vapore; supponendo anche che questo lavoro possa essere continuato, risulta che quell'Ercole, per sollevarsi nell'aria col mezzo d'ali attaccate alle sue braccia, dovrebbe essere munito di due ali misuranti ciascuna 760 metri quadrati, ovvero pari in superficie a quella d'un quadrato il cui lato fosse di 27 metri; e ciò,

ritenendo il peso medio dell'uomo coi suoi vestimenti, di circa 75 chilogrammi. Ma per noi, miseri mortali, dotati di forza ben minore, questa superficie dovrebbe essere almeno quadrupla. D'onde ne viene, e ciò sia detto fra parentesi, una conseguenza che spiacerà a molti e specialmente ai pittori, poichè Raffaello e Tiziano e gli altri grandi maestri dipinsero tipi di bellezza ideale, ben lontani dalla possibilità pratica, mettendo sulle spalle dei loro angeli delle ali tanto piccole che fanno ridere di compassione un meccanico. — E se, in luogo di far uso della forza muscolare dell'uomo, si voglia ricorrere al lavoro dei motori industriali si trovano cifre ancor maggiori; poichè, ammettendo che l'uomo rappresenti una potenza dinamica pari ad un quinto di cavallo-vapore, il che è il medio risultato delle esperienze, si vede che un motore munito dei nostri organi ed atto a sviluppare l'unità di lavoro meccanica peserebbe 375 chilogrammi, comprendendovi anco il peso delle vesti. Or vedi, nello stato attuale dell'industria, non vi ha motore meccanico il cui peso sia di soli 375 chilogrammi per cavallo-vapore! — E se un uomo capace d'un lavoro di mezzo cavallo-vapore deve, per sollevarsi nell'aria, muovere due ali della complessiva superficie di 1520 metri quadrati; per sollevare il viaggiatore ed una macchinetta capace del detto sforzo supponendo anche che il suo peso possa essere di soli 187 chilogrammi, sarà mestieri sviluppare un'altra superficie ampia *ventitremila cinquecento* metri quadrati [1]. E dopo ciò crederete ancora alla possibilità della nuova invenzione?

Il problema della navigazione aerea ha già fatto un primo passo importante, liberandosi dalla falsa idea della possibilità di dirigere gli aerostati; bisogna farne un

[1] A rendersi ragione di questo numero tanto grande basta aver presente la dimostrazione meccanica, che le superfici che devono essere spiegate stanno in ragione diretta dei *cubi* dei pesi che vogliansi sollevare.

secondo non meno importante, eliminando l'altra idea falsa, che, coi motori di cui possiamo attualmente disporre, sia possibile sollevarsi dinamicamente nell'aria.

E questo non sarà un piccolo servizio reso all'umanità dai promotori della presente agitazione intorno al problema della navigazione aerea. Questi signori non indietreggeranno in faccia alle impossibilità dimostrate dal calcolo, eseguiranno le loro esperienze, non ci riesciranno, ma almeno le masse che come san Tommaso hanno bisogno di vedere per poi credere, si convinceranno dell'assurdità del sistema e gli inventori rivolgeranno altrove i loro studii.

I meccanici non faranno nulla di bene in proposito, fino a che si ostineranno a modificare le macchine già esistenti con la pretesa di renderle più leggere. A nuove funzioni son necessarii nuovi organi.

I Papin, i Savery, i Newcomen, i Watt non hanno copiato nè i molini a vento nè i molini ad acqua, hanno prodotto cose completamente nuove, appropriate alla nuova forza che non era nè l'aria nè l'acqua; ma il vapore.

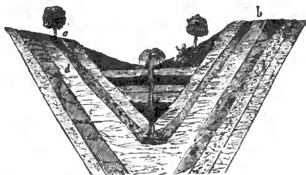
Gli inventori dell'aereonave, faranno quindi assai bene se vorranno emanciparsi dai motori attuali. Una molla permetterà loro di sollevare un chilogramma di più o di meno; ma essi non riesciranno mai a sollevarsi nell'aria che con mezzi del tutto nuovi che non sono peranco scoperti.

I POZZI MODENESI OD ARTESIANI

I.

I fiumi sotterranei. — Terreni permeabili. — Quando si possa sperare d'ottenere un pozzo modenese ricco d'acqua. — Invenzione già nota ai chinesi. — Lo stemma della città di Modena. — Il pozzo di Grenelle e lord Brougham.

Le acque di pioggia e quelle provenienti dallo scioglimento delle nevi, in parte si evaporano, in parte scorrono alla superfice terrestre, ed in parte si infiltrano sotto di essa.



64.

L'acqua evaporata ritorna all'atmosfera sotto forma di vapori invisibili che rendonsi visibili per effetto di raffreddamento, dando allora origine alle nebbie ed alle nubi; l'acqua scorrente alla superficie forma i rigagnoli, i ruscelli, i torrenti ed i fiumi le cui acque si portano sempre al basso per effetto della gravità, e si scaricano poi nei laghi o nei mari; quell'acqua infine che penetra nel

Digitized by Google

terreno vi giunge a maggiore o minor profondità a seconda della permeabilità del terreno stesso, ed anche sotterra forma fiumi e laghi che ci si rendono manifesti in alcune celebri grotte e nei sotterranei lavori delle miniere. Talvolta questi fiumi nascosti giungono alla luce del giorno prima di portare al mare le loro acque, come è il caso del celebre Timavo che si scarica nell' Adriatico in prossimità a S. Giovanni di Duino; ma nel maggior numero dei casi, questi fiumi recano al mare il loro tributo per ignote vie.

L' uomo che ben a ragione si vanta re della natura, studiò l'andamento di tali correnti sotterranee e trovò il modo di trarne vantaggio. Egli inventò i pozzi che noi diciamo *modenesi*, col cui mezzo le regioni deserte e prive d'acqua possono riceverne in abbondanza, le inospiti lande possono tramutarsi in ridenti campagne.

Questi pozzi che fuori d'Italia son detti *artesiani* sono canali scavati verticalmente nel terreno, grazie ai quali, sotto determinate circostanze, le acque che si trovano sotterra a grandi profondità salgono non solo fino alla superficie del suolo, ma talvolta anche zampillano a grandi altezze.

Ma non basta la sola foratura a dare origine ad un pozzo artesiano, nè questo risultato si può raggiungere in tutti i paesi; dipendendone la possibile esistenza dalla struttura del terreno, ossia dalla qualità dei minerali che questo terreno compongono. Affinchè la foratura praticata in un terreno possa produrre un pozzo artesiano è mestieri incontrare uno strato di terre permeabili all'acqua, come sono le sabbie, le ghiaie e le pietre calcari presentanti larghe fessure; ed è inoltre necessario che tale strato sia compreso fra due strati di rocce o terre impermeabili, quali sono il granito, l'argilla, la marna e la creta; il perchè, sarà facile a comprendersi con l'aiuto della figura 64.

Sia *a d*, *c b* uno strato di terre permeabili, compreso fra

due strati impermeabili; esso assorbirà continuamente tutte le acque di pioggia o le acque provenienti dallo scioglimento delle nevi che cadranno alla sua superficie, ed essendo circondato da terreni impermeabili, non potrà smaltire queste acque, ma le conserverà, e alla lunga tutto lo spazio permeabile sarà ripieno d'acqua fino alla sua massima altezza. Ecco adunque che forando tutti i terreni che sovrastanno a questo terreno permeabile, cui per la quantità d'acqua che tiene prigioniera diremo *acquifero*, l'acqua salirà su per quel foro, e, per una legge fisica a tutti ben nota, dovrà arrivare alla stessa altezza cui giunge nello strato permeabile. E se questo si troverà essere al disopra della sommità del foro, l'acqua che da esso sgorgherà, salirà zampillando.

Come i nostri lettori ben comprenderanno, la figura 64 che abbiam loro presentata non mostra il caso che più frequentemente si incontra nella pratica: essa è disegnata a quella guisa, per far comprendere con maggior facilità il motivo di sì interessante fenomeno. Effettivamente, non s'incontra che ben di rado un bacino chiuso e così nettamente conformato; ma il più delle volte il bacino è di forme irregolari, è tagliato qua e là, è interrotto da mille accidenti di terreno, e qualche fessura laterale lascia sfuggire in parte l'acqua; da ciò tutto risulta, che l'acqua non si alza mai a tutta l'altezza che le verrebbe assegnata dalla teoria. A diminuire siffatta altezza concorre pure l'attrito della colonna d'acqua, che sta salendo contro le pareti del canale irregolarmente forato in mezzo alle terre.

I chinesi che sembrano aver conosciute, se non tutte, almeno molte delle invenzioni per le quali noi europei meniamo tanto vanto, conobbero e praticarono in epoche remotissime la foratura dei pozzi artesiani. Dicesi che nella sola provincia di Outong-kiao, in un tratto di terreno lungo dieci leghe e largo quattro, vi sieno più di

Digitized by Google

diecimila pozzi di questo genere, alcuno dei quali giungerebbe perfino alla profondità di tremila piedi. Noi però non ci facciamo garanti dell'esattezza di queste cifre, a vero dire straordinarie.

Spetta a noi italiani il vanto d'aver praticati pei primi in Europa quei pozzi forati, che ora impropriamente si dicono *artesiani*, perchè in Francia si scavarono per la prima volta nell'Artois; ma che invero dovrebbonsi chiamare *modenesi*, perchè effettivamente furono forati prima che altrove nel 1479 nelle vicinanze di Modena, ove le condizioni geologiche del suolo sono tali che, forando un canale profondo dai 40 ai 45 piedi bolognesi, si ottiene un ricco getto d'acqua che sale zampillando a notevole altezza.

Che tale invenzione torni ad onore del modenese risulta anche dal trovarsi dipinte nello stemma di Modena due trivelle, simili a quelle che i fontanieri adoperano per forare questo genere di pozzi, con sopra scritto il motto *avia, pervia.*

Sembra che la prima notizia intorno ai pozzi modonesi sia stata recata in Francia dal celebre nostro astronomo Gian Domenico Cassini chiamato a Parigi sotto il regno di Luigi XIV.

Il più noto forse fra i pozzi artesiani è quello detto di *Grenelle* nell'interno di Parigi, la cui foratura incominciò al 3 novembre 1833. Nel 1835 il lavoro era bene inoltrato, raggiungendo di già la profondità di quattrocento metri; quando lo strumento di ferro con cui praticavasi il foro si ruppe e cadde in fondo al pozzo. Ciò recava non poco danno, poichè quel pezzo di ferro impediva un ulteriore approfondamento; fu quindi mestieri tagliarlo in piccoli pezzi che di mano in mano venivano estratti. Figuratevi quanta abilità, quanta costanza ci volle per raggiungere questo scopo, essendo necessario di far agire a sì grande profondità lo scalpello e

la lima: basti il dirvi che questo ingrato lavoro consumò quattordici mesi. Si ripigliò quindi la foratura che al 26 febbraio 1841 misurava cinquecento quarantott'otto metri; in quel giorno alfine, gli sforzi perseveranti di chi dirigeva il lavoro si trovarono coronati da uno splendido esito; poichè un notevole corpo d'acqua, fattosi strada lungo quel profondo canale, scaturì dalle regioni sotterranee e comparve alla luce del giorno.

Nel corso di ventiquattr'ore esso getta quattro milioni e cinquecento mila litri d'acqua limpidissima; la cui temperatura, come era previsto dagli scienziati, è sempre superiore a quella della nostra atmosfera, segnando la prima costantemente 27 gradi del termometro centigrado. L'altezza del getto mantiensi sempre a trenta metri dal livello del suolo.

Un'elegante colonna monumentale di ferro fuso riceve nel suo interno quel getto d'acqua e lo lascia cadere al suolo in graziose cascate come vedesi nella figura 65.

Altri pozzi ancor più profondi furono escavati dopo quello di Grenelle: ciò non pertanto quest'ultimo resterà memorabile nella storia dell'arte come ebbe a dire lord Brougham visitandolo, non tanto, per l'arte del foratore che pure fu veramente maravigliosa, quanto per la perseveranza con cui fu condotto a termine il lavoro.

II.

Temperatura delle acque dei pozzi modenesi. — La corteccia del nostro pianeta. — Temperature crescenti all'aumentare della profondità. — Fluidità interna della terra. — Le sorgenti termali. — I terremoti. — I vulcani. — La valvola di sicurezza del nostro pianeta.

Resta ora a dirvi per qual motivo l'acqua zampillante del pozzo di Grenelle, come quella che sgorga da altri pozzi artesiani molto profondi, sia dotata d'alta temperatura.

La terra che noi abitiamo, ben lungi dall'essere una massa solida e compatta come si crede dal volgo, è all'incontro una massa per la maggior parte composta di materie liquide dotate di altissima temperatura, in grazia della quale esse mantengonsi costantemente allo stato di fusione; questa gran massa fusa è ricoperta da una corteccia, relativamente molto sottile (dello spessore di 20 a 60 chilometri, mentre il diametro della terra ne misura ben 12,700). — Il paragone che avrete udito ripetere le molte volte della nostra terra con un arancio gioverà anche a fornirvi un'idea della sottigliezza di questo involucro solido che circonda e riveste il nostro globo, in confronto dell'immensa quantità di materia fusa che sta sotto di esso. La più sottile corteccia d'un arancio è, relativamente, ben più grossa della corteccia solida del nostro globo; e la materia carnosa dell'arancio può figurare la materia fusa ed incandescente che costituisce la massima parte della nostra terra.

La fluidità interna del nostro pianeta è messa fuori di dubbio dagli scienziati moderni, i quali fra i varii argomenti che servono di fondamento a questa teoria, citano anche il seguente che può essere compreso da tutti.

L'esperienza giornaliera dimostra che nei pozzi molto profondi, come sono ad esempio quelli delle miniere, la temperatura cresce di mano in mano che discendiamo, ovverosia quanto più ci avviciniamo al centro della terra. Ad ogni 30 metri di profondità si riscontra un aumento di temperatura di un grado del termometro centigrado. Or dunque, l'acque dei pozzi artesiani molto profondi, scaturendo da regioni più calde che la superfice della terra, devono possedere una temperatura tanto più elevata quanto più grande è la profondità da cui sgorgano. Le sorgenti calde o termali che riescono tanto vantaggiose nella cura di molte malattie sono appunto acque penetrate a grandi profondità, che per la conformazione

speciale dei terreni possono risalire alla superfice del globo. Le virtù che esse possedono sono dovute ai principii minerali ch' esse tengono in soluzione, dei quali poterono caricarsi anco in grazia della loro temperatura elevata, mentre traversavano gli strati composti di quei minerali.

Dalla legge testè accennata dell'aumento di temperatura proporzionale alla discesa verso il centro della terra, risulta che si troverebbe la temperatura dell'acqua bollente, qualora fosse possibile discendere in un pozzo profondo soltanto 3 chilometri. Scendendo a profondità ancor maggiori si troverrebbero analogamente temperature sempre più alte; a 7 chilometri si fonderebbe lo stagno, a 10 si liqueferebbe il piombo, a poco più di 30 il rame e l' argento diverrebbero liquidi, e dopo altri 3 chilometri di discesa l'oro stesso sarebbe fuso; e così via per modo che a maggiori profondità ben poche sostanze potrebbero durare allo stato solido. Alla profondità di 150 chilometri non vi sarebbero più sostanze solide, poichè la temperatura corrispondente supererebbe al certo i 4000 gradi e nessuna sostanza conosciuta resiste a temperatura sì elevata.

Abbiam detto che l' interno della terra è fluido e non già soltanto liquido, come da alcuni si ripete; le altissime temperature che si riscontrano a grandi profondità valgono senza dubbio a fondere alcune sostanze ed a volatilizzarne molte altre trasformandole in gas ed in vapori. Per effetto delle enormi pressioni cui si trovano sottoposti, e gli uni e gli altri sono molto costipati, e, tendendo naturalmente ad espandersi, reagiscono con gran forza sulla corteccia solida del nostro pianeta, dando origine a sollevamenti di terreni; a *terremoti*. Quando poi la forza espansiva dei gas rompe la corteccia, le materie fluide vengono alla superficie della terra; e succede un'*eruzione vulcanica*. Allora vedonsi giungere alla superficie le materie liquo-

fatte e sollevarsi nell'aria dense colonne di gaz e di vapori. I vulcani risparmiano alla superficie della terra molti cataclismi che senza quei liberi sfoghi succederebbero cer-



65. Pozzo di Grenelle.

tamente con grande frequenza; ed è perciò che saggiamente i vulcani furono chiamati: *le valvole di sicurezza del nostro pianeta.*

Digitized by Google

IL VETRO

Cenno istorico. — Composizione del vetro in generale. — Gli specchi di Venezia. — Vetri incolori. — La fritta. — Lavoro del vetraio. — Vetro da bottiglia, o vetro nero. — Il sofflatore. — I tubi. — Il cristallo. — Sua composizione. — Le pietre preziose artificiali. — Lenti.

Le pagine della sacra scrittura parlano del vetro in due siti diversi, nel libro di Giobbe ed in quello dei Proverbi.



66. Forno centrale.

Nella più remota antichità troviamo gli Egizii che conoscevano l'arte di fabbricare vetri bianchi e colorati, di tagliarli e dorarli come lo provano gli ornamenti di cui erano fregiate molte mummie rinvenute nelle catacombe di Tebe e di Memfi.

Nell'anno 370 avanti l'era volgare, lo storico Teofrasto citava le fabbriche di vetro dei Fenici, poste alla foce del fiume Belo.

Digitized by Google

Ben due secoli prima di Gesù Cristo i Romani conoscevano il vetro, e Plinio ci lasciò interessanti ragguagli sul modo con cui fabbricavasi ai suoi tempi questo prodotto. Due secoli dopo Gesù Cristo, o più precisamente 210 anni dopo, sotto l'impero d'Alessandro Severo le fabbriche di vetro erano tanto numerose in Roma che formavano un quartiere separato.

In tempi più moderni, le prime fabbriche di vetro, le troviamo a Venezia poste sotto la direzione d'artefici arabi, il che prova che questo popolo conservò l'arte della fabbricazione del vetro, trasmessagli dai suoi antenati.

Nel tredicesimo secolo, i Veneziani riescirono a scoprire il segreto di fabbricare gli specchi di vetro ricoprendone una faccia con foglia di stagno, e i loro specchi si diffusero ed acquistarono buon nome in tutta Europa. — Gli specchi degli antichi non erano altro che lastre d'argento o d'altro metallo poco ossidabile e molto riflettente, ben levigate.

Pretendesi da alcuni che l'arte di incidere e tagliare il vetro, di trasformarlo per tal modo in oggetto d'ornamento, sia stata scoperta da un artefice tedesco, Gaspare Lehmann, al quale Rodolfo II imperatore, morto nel 1612, conferì il titolo di incisore in vetro della corte di Germania. Tuttavia sembra che l'arte di lisciare ed incidere il vetro non fosse del tutto ignota agli antichi, poichè Plinio accenna a certi ordigni, usati ai suoi tempi, col mezzo dei quali incidevasi il vetro.

Se prendete un crogiuolo e riscaldate in esso al calor rosso una mescolanza fatta in proporzioni convenienti di silice (sabbia pura) e d'un ossido metallico alcalino o terroso (potassa, soda, calce, allumina o magnesia), potrete osservare che combinandosi la silice con l'ossido metallico, essa dà origine ad una mescolanza di diversi silicati, ossia a silicati di potassa, di soda, di calce, ecc. Tali

risultati della combinazione della silice con la soda, con la potassa, con la calce o con l' allumina formano generalmente quel prodotto che chiamasi *vetro*.

I vetri possono essere: *incolori* e servono per specchi, impannate e vasellami; *neri o colorati* come quelli di cui foggiansi le bottiglie ed altri vetrami ordinarii. Oltre a queste due qualità di vetro, ve ne ha una terza cui si dà nome *cristallo* che è un vetro purissimo dotato di speciali proprietà ottiche. Passeremo ora, lettori gentilissimi, a discorrervi d'ognuna di queste specie di vetri.

—

I vetri incolori. Questi vetri sono composti di silice combinata alla calce, alla potassa od alla soda. I vetri più belli a basi di potassa e di calce son quelli di Boemia.

Per fare il vetro si collocano le materie che devono comporlo, cioè sabbia e carbonati di potassa e di calce, in un forno speciale che è rappresentato in sezione nella figura 66. Come vedete, esso componesi d' un focolare centrale, ai lati del quale sono due compartimenti nei quali si mettono le materie suddette e si fa subir loro una cottura, o più tecnicamente *calcinazione* preliminare, cui si dà il nome di *fritta*. Dopo questa prima cottura si pone il prodotto della medesima entro a crogiuoli nel focolare centrale: in essi la materia si liquefà e diviene vetro; allora non resta che a foggiarlo in varie guise nei modi e coi mezzi che passiamo a descrivere.

Il *bastone, o pipa,* che è l'ordigno più importante del vetraio, è un tubo cavo di ferro munito d'un manico di legno. Per mostrarvi in qual guisa l'operaio si serva del bastone, descriveremo la maniera con cui egli forma una lastra di vetro.

Immerso il bastone nel crogiuolo contenente il vetro liquido, ne ritira una certa massa cui dà la forma d'una pera (figura 67); soffiando continuamente nella canna, aumentano le dimensioni della stessa che assume la forma indicata dalla figura 68. Facendo subire alla massa re-

plicati movimenti rotatori l'operaio dà al vetro la forma rappresentata dalla fig. 69. Ei prende quindi le forbici e taglia con esse rapidamente la cupola che chiude il cilindro di vetro ancora molle per l'alta sua temperatura. Per istaccare poi il cilindro di vetro così ottenuto, dall'estremità del bastone, l'operaio versa una goccia d'acqua nel punto in cui la canna tocca il vetro e vi applica tosto un filo rovente, il che produce una separazione netta ed immediata; taglia quindi il cilindro nel senso della sua lunghezza, servendosi opportunamente d'una goccia d'acqua e d'una punta di ferro rovente (fig. 70). Dopo ciò, si porta il vetro in altro forno (fig. 73), destinato a ridare al vetro un certo grado di calore da lui perduto durante le accennate manipolazioni. Quando il vetro si è sufficientemente rammollito per effetto del calore, un operaio munito d'un regolo distende sur una tavola piana, a diritta ed a sinistra, i due lembi del cilindro (fig. 71); scorrendo quindi rapidamente sulla superficie del vetro con un regolo foggiato a T, ei distende completamente la lastra (figura 72). Per ultimo la si colloca un'altra volta nel forno (fig. 73), onde ricuocendosi acquisti poi maggior durezza; la si lascia quindi lentamente raffreddare e si ha una lastra di vetro bella e fatta.



67.

—

Vetro da bottiglia. Per preparare questo vetro, detto anche *vetro nero*, si adoperano sabbie ocracee, poichè il ferro ossidato che queste contengono dà alla massa maggior fusibilità. Si mescola alla sabbia, soda greggia, cenere di

legna ed avanzi di vecchie bottiglie. Comunemente i forni destinati alla cottura di questa specie di vetro contengono sei grandi crogiuoli, che, riempiuti di quella mescolanza, si tengono esposti al fuoco per sette od otto ore.

Per fabbricare una bottiglia, il garzone immerge a più riprese il suo bastone nel vetro fuso, fino a tanto che abbia ritirata la quantità necessaria, ed ogni volta gira il bastone fra le mani. Il *soffiatore* prende allora il bastone, appoggia il vetro su d' una tavola di ferro fuso e fa girare il bastone stesso per formare la parte superiore della bottiglia; soffia quindi nel bastone fino a che il vetro abbia assunta la forma d'un uovo. Ei segna poscia il collo della bottiglia, la riscalda nel forno e vi soffia dentro ancora una volta dopo averla introdotta in una forma di bronzo, grazie alla quale la bottiglia acquista la configurazione e le dimensioni volute. Per foggiare il fondo della bottiglia, l'operaio appoggia uno degli angoli d'una lastra rettangolare di ferro nel centro della base della bottiglia, e gira quest'ultima facendo girare il bastone. Allora non si ha altro a fare che staccare la bottiglia dalla canna ed aggiungere un cordoncino di vetro alla parte superiore del collo.



68.

Digitized by Google

Anco le bottiglie si mettono, come le lastre, nel forno a ricuocere e si lasciano quindi lentamente raffreddare.

I tubi di vetro si fabbricano in modo analogo a quello di cui abbiam discorso fin qui, mettendo cioè a partito la grandissima malleabilità e duttilità di cui è dotato il vetro quando sia reso molle per effetto del calorico. Onde ottenere quei lunghi tubi di vetro tanto utili nei laboratorii chimici per condurre i gaz e costruire molteplici apparati,



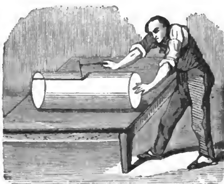
69.

un operaio prende col suo bastone una certa massa di vetro e la foggia a sfera all'incirca come nella figura 74. Un altro operaio prende allora (fig. 75) con una verga di ferro l'estremità della massa di vetro soffiata ed ancor molle e si allontana camminando a ritroso; per tal guisa la massa di vetro si allunga di più in più, mantenendosi sempre cavo il suo interno: tagliando quindi le estremità

del lungo canale così ottenuto, si hanno i tubi necessari ai laboratorii.

—

Cristallo. Il cristallo differisce dal vetro propriamente



70.

detto, perciocchè contiene una certa quantità d'ossido di piombo allo stato di silicato d'ossido di piombo, sostanza che non entra nella composizione del vetro. Grazie al silicato di



71.

piombo, la massa vetrosa acquista un peso molto grande ed una perfetta limpidezza. I raggi luminosi che lo attraversano provano una rifrazione (ossia deviazione) molto

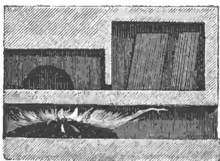
Digitized by Google

maggiore che nel vetro comune. Per ultimo, il cristallo può tagliarsi con le cesoie con la massima facilità, e può quindi ricevere tutte le forme atte alla decorazione. È



72.

per tale complesso di proprietà, che il cristallo è sì prezioso per moltissimi usi; ed esse stabiliscono la sua superiorità in confronto del vetro propriamente detto.



73.

Comunemente fabbricasi il cristallo fondendo in un crogiuolo: sabbia pura, carbonato di potassa purificata, e minio ossia ossido rosso di piombo.

—

Una varietà di cristallo molto densa e molto rifran-

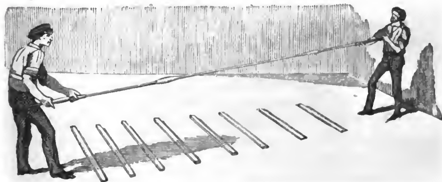
Digitized by Google

gente e che sotto l'influenza dello scalpello imita in singolar modo il diamante è lo *strass*. Colorandolo mediante ossidi metallici, se ne ottengono pietre preziose artificiali.



74.

I vetri di cui sono costituite le lenti degli strumenti ottici son detti *crown-glass* e *flint glass*. Il primo è composto in modo analogo al vetro di Boemia; è composto



75.

cioè di sabbia bianca, carbonato di potassa, carbonato di soda, creta ed acido arsenioso. Il secondo è composto di sabbia bianca, minio e carbonato di potassa purissimo.

Digitized by Google

LE PORCELLANE E LE STOVIGLIE

L'argilla. — Origine dei lavori in terra cotta. — I mattoni. — La ruota del vasaio. — I vasi etruschi. — Le maioliche. — Luca della Robbia. — Suoi cenni biografici secondo il Vasari. — Sua pala d'altare. — Faenza. — Il duca Guidobaldo. — Bernardo Palissy. — Il caolino, la terra di Vicenza, e la porcellana chinese. — Curiosità dei principi europei. — Bötticher fabbrica in Europa le prime porcellane. — Rigori per mantenere il segreto, ma esso si propaga. — Fabbriche italiane di porcellana. — Fabbricazione delle porcellane nello stabilimento di Sèvres. — Ornamenti e pitture sui vasi di lusso, stampa sui vasi ordinarii. — Prodotti diversi dell'industria ceramica.

Fra le terre che concorrono a formare la corteccia del nostro globo, ve n' ha una di grande importanza per gli usi domestici e per le costruzioni. Questa terra cui si dà il nome di *argilla* è una combinazione di due corpi semplici: la silice e l'allumina; essa si riconosce al tatto per l' apparenza grassa ed untuosa; impastandola con l'acqua, forma una massa compatta che può ricevere e conservare qualunque forma. Esponendo poscia l'argilla all' azione d' un forte calore, essa perde le qualità cui abbiamo ora accennato, ed indura a segno che può dare scintille quando sia battuta con l'acciarino, e diventa inoltre impenetrabile sì all'acqua che a tutti gli altri liquidi. Ed appunto per queste proprietà dell' argilla, la si adopera vantaggiosamente nelle arti e nelle industrie. Le porcellane più fine come le più ordinarie stoviglie sono tutte formate della stessa materia: l'argilla; la differenza sta solo nella maggiore o minor purezza e nella cura più o meno grande che si ebbe nella formazione della pasta e della cottura. — Anche noi uomini siamo formati tutti

Digitized by Google

con la stessa materia: l'eroe più sublime e il più miserabile delinquente non differiscono fra loro che per la diversa educazione fisica e morale.

Fino dai tempi più remoti l'uomo conobbe la proprietà posseduta dall'argilla di potersi impastare con l'acqua e di potersi quindi foggiare a qualunque forma, e ne trasse partito per costruire, col solo sussidio delle mani, i mattoni ed i vasi grossolani che poi si lasciavano asciugare al sole e quindi si adoperavano senz'altre operazioni. Ma le pioggie e l'umidità deformavano ben presto quei primi prodotti dell'industria umana; e l'uomo non tardò ad accorgersi che quei vasi che accidentalmente erano stati esposti al fuoco, avevano durata molto maggiore degli altri e non si guastavano per l'acqua; si pensò quindi di cuocere tanto i mattoni quanto i vasi, e così questi ultimi poterono servire da recipienti non solo per sostanze solide ma anche pei liquidi. Così ebbero origine i lavori in *terra cotta* che col progredire della civiltà subirono perfezionamenti successivi, si estesero oltre ai modesti usi famigliari, e divennero oggetti di lusso nell'ammobigliamento.

I mattoni che tanto vantaggiosamente si adoperano anco al presente nelle costruzioni, si fabbricano con l'argilla più ordinaria. La si impasta con l'acqua e la si depura quanto più è possibile dalle sostanze estranee che potesse contenere, quindi si piglia uno stampo avente la forma che si vuol dare al mattone e vi si getta dentro la pasta, che tosto assume la forma voluta.

I pezzi di terra così foggiati vengono collocati sopra un'aia, ove si lasciano esposti per qualche tempo ai raggi solari, dopo di che si collocano in apposite fornaci nelle quali si accende un vivo fuoco che devesi continuamente alimentare per varii giorni, fino a tanto cioè che la pasta sia cotta completamente ed abbia acquistato un bel colore rosso.

Digitized by Google

Per la fabbricazione delle stoviglie ordinarie, come sarebbero i vasi da fiori, le forme da zuccaro ecc. si fa uso d'un congegno detto la *ruota del vasaio*, il merito della cui invenzione viene attribuito dalla mitologia greca a Dedalo, il padre dell'imprudente Icaro. Questo antichissimo congegno è formato d' un gran disco di legno, al quale l' operaio imprime col piede un movimento di rotazione; dal centro di questo disco si erge un asse verticale che porta superiormente un altro disco di legno di dimensioni minori del precedente. L'operaio seduto sopra



76. La ruota del vasaio.

una panca, posta in faccia a questo disco, vi colloca sopra la pasta che vuol adoperare, e, facendolo andare col movimento del piede, lavora circolarmente quella pasta foggiandola a suo talento con le mani. È difficile frenare lo stupore vedendo un abile operaio dare in pochi istanti le forme più svariate alla pasta argillosa; sembra quasi che il vaso nasca miracolosamente fra le dita industriose dell'artefice.

Digitized by Google

I vasellami di terra che furono più pregiati nell' antichità e che anco al presente sono molto stimati dagli amatori di cose antiche, sono i vasi etruschi le cui forme semplici ed eleganti servono da modello anche al giorno d'oggi.

I disegni che vi presentiamo sono copiati dal vero nella collezione di vasi antichi esistenti a Parigi nel palazzo del Louvre. La pasta con cui son fatti è fina ed omogenea coperta da una vernice vitrea molto resistente di color rosso e nero, ed è fatta di silice resa fusibile per mezzo d'un alcali.



77. Vasi Etruschi.

I primi lavori di qualche merito in terra cotta che furono eseguiti in Europa durante il medio evo sono dovuti ai Mori delle Spagne che stabilirono la prima fabbrica di terraglie dure ed inverniciate nell'isola di *Majorca* o *Majorica* (la maggiore dell' arcipelago delle Baleari); da essa ebbero nome i primi vasellami di questo genere che anco al presente son detti *maioliche.*

Di là quest' arte venne in Italia, e verso il 1415 uno scultore fiorentino per nome Luca della Robbia risolvette, come narra il Vasari, « di lasciare il marmo ed il bronzo

» che richiedono molta fatica e molto tempo per essere
» lavorati a dovere mentre gli recavano pochissimo guada-
» gno, e considerando che la terra si lavorava agevol-
» mente e con poca fatica, e che mancava solo trovare
» un modo mediante il quale le opere che di quella si
» facevano, si potessero lungo tempo conservare, andò
» tanto ghiribizzando, che trovò modo da difenderle dalle
» ingiurie del tempo: perchè dopo avere molte cose espe-
» rimentato, trovò che il dar loro una coperta d'inve-
» triato addosso, fatto con stagno, terraghetta, antimo-
» nio ed altri minerali e misture cotte al fuoco d'una
» fornace apposta, faceva benissimo quest'effetto e faceva
» l'opere di terra quasi eterne. Del qual modo di fare,
» come quegli che ne fu l'inventore, riportò lode gran-
» dissima e gliene avranno obbligo tutti i secoli che ver-
» ranno. E non bastando a Luca (prosegue il Vasari)
» questa bella invenzione tanto vaga e tanto utile, mas-
» simamente pei luoghi dove sono acque e dove per l'umido
» o altre cagioni non hanno luogo le pitture, andò pen-
» sando più oltre e dove faceva le dette opere di terra
» semplicemente bianche vi aggiunse il modo di dare loro
» il colore con maraviglia e piacere incredibile d'ognuno.
» Onde il magnifico Piero di Cosimo de' Medici, fra i
» primi che facessero lavorar a Luca cose di terra cotta
» colorita, gli fece fare tutta la volta in mezzo tondo d'uno
» scrittoio nel palazzo edificato da Cosimo suo padre, con
» varie fantasie ed il pavimento similmente, che fu cosa
» singolare e molto utile per la state. La fama delle quali
» opere spargendosi non pure per l'Italia, ma per tutta
» l'Europa, erano tanti coloro che ne volevano che i
» mercatanti fiorentini facendo continuamente lavorare
» a Luca, con suo molto utile ne mandavano per tutto
» il mondo ».

Morto Luca, la sua invenzione continuò ad essere profittevole ai suoi fratelli ed ai suoi nipoti, uno dei quali si

recò a Parigi verso il 1520 e vi eseguì molti bei lavori che colà si ammirano anche al presente. La figura 78 rappresenta una pala d'altare eseguita da Luca della Robbia, la quale forma oggi parte del gabinetto *Sauvageot.* Il fondo è di un bell'azzurro, le figure sono bianche, le frutta ed il calice sono di un giallo aurato, le ghirlande son verdi. La maiolica componente questa bell'opera è grossa poco più di un pollice e mezzo.

Ma, spentasi la famiglia della Robbia, l'arte inventata da Luca e che fino allora era rimasta segreta, andò in gran parte perduta. Fra il 1540 ed il 1560 l'arte di lavorare la maiolica risorse in Italia, e percorse uno stadio di floridezza. Salirono rapidamente in fama le fabbriche di Castel-Durante e di Firenze, sotto la direzione dei fratelli Flaminio ed Orazio Fontana, urbinati. Dopo breve tempo tutte le città italiane vollero possedere la lor fabbrica di maioliche, e ne nacque una gara nobilissima che rese ognor più perfette le maioliche italiane. — Sembra che l'eccellenza dei prodotti della fabbrica di Faenza abbia dato origine al vocabolo *faïence* col quale i francesi chiamano le maioliche anche in oggi.

Il duca di Toscana Guidobaldo II, che possedeva a Pesaro una di queste fabbriche, vi faceva eseguire magnifici lavori che poi donava ai sovrani d'Europa. A quei tempi destò grandissima ammirazione il servizio da tavola di cui quel duca fece un presente all' imperatore Carlo V.

—

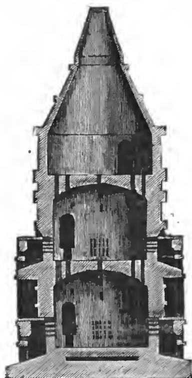
La fabbricazione delle maioliche ricevette in Francia grandissimo impulso per opera di Bernardo Palissy nato colà verso il 1500 e morto nel 1589. Egli divenne celebre tanto pei brillanti risultati da lui ottenuti nell'arte del vasaio, quanto per gli ostacoli inauditi coi quali ebbe a lottare, pei sagrifizi d'ogni genere che dovette sostenere, e per la perseveranza veramente eroica con cui si sforzò di condurre a buon termine i proprii progetti. Durante il lunghissimo

periodo di esperienze da lui continuate con pazienza ammirabile, Palissy profuse ogni sua sostanza, tutte le mobiglie di casa e persino i propri vestiti. Ei morì in prigione, nella celebre Bastiglia, ove fu rinchiuso, perchè, essendo protestante, non volle abiurare alle proprie credenze religiose ch'egli arditamente aveva confessate e rese pubbliche in un libro da lui composto sull'arte del vasaio.



78. Pala d'altare di Luca della Robbia.

Le maioliche si ottengono, come tutte le terraglie, facendo cuocere nelle fornaci la pasta argillosa previamente foggiata con le forme volute. La pasta con cui fabbricansi le maioliche è un'argilla che, quando è fina, rimane bianca anche dopo la cottura, mentre quando sia impura si colora in rosso od in bruno. Tutte le maioliche si ricoprono d'una vernice, grazie la quale i vasellami acquistano la levigatura e la lucentezza necessaria. Quando la pasta si mantenga bianca dopo la cottura, come è il caso nelle maioliche fine inglesi, si fa uso d'una vernice trasparente composta di sabbia e d'ossido di piombo la quale permette di vedere attraverso il bianco colore della maiolica; quando invece quest'ultima risulti naturalmente colorata dopo la cottura, è mestieri impiegare una vernice opaca onde mascherare la brutta apparenza della terra-



19.
Sezione d'un forno da porcellana della fabbrica di Sèvres.

glia. Questa vernice è uno smalto, ossia una combinazione di silice con ossido di stagno o di piombo.

Per applicare questo smalto sui vasi, lo si polverizza; e si getta questa polvere nell'acqua tenendola agitata per modo che non precipiti al fondo; si immerge quindi in quest'acqua il vaso di terra già cotto, che per conseguenza è molto poroso ed assorbente. In questo modo l'acqua si interna nei pori del vaso, mentre la polvere di smalto polverizzato rimane alla sua superficie. Collocando quindi quel vaso nella fornace, l'acqua si evapora, e lo smalto che è una sostanza fusibilissima, fonde pel calore e forma alla superficie del vaso una camicia di vernice opaca o trasparente a seconda delle materie impiegate.

La porcellana è la terraglia più pregiata, poichè si fabbrica con una argilla particolare, purissima cui si dà il nome di *caolino* [1]. L'arte di fabbricare la porcellana è nota da grandissimo tempo in China e nel Giappone, ove esistono ricchissimi depositi naturali di caolino. Il celebre ed antico monumento di Nanking alto non meno di 213

[1] Il caolino esiste in molte parti d'Italia; quello delle vicinanze di Schio, noto in commercio col nome di *terra di Vicenza*, è uno dei migliori che si conoscano per la fabbricazione della porcellana.

piedi e noto col nome di *Torre di porcellana*, basta a far comprendere quanto fosse comune in China l'uso della porcellana fino dai tempi più antichi.

Nel diciassettesimo secolo soltanto, i viaggiatori che d'Oriente venivano in Europa vi fecero conoscere questo prezioso prodotto dell'industria umana, ma non seppero dare notizie sufficienti intorno al suo modo di fabbricazione. Molti principi, invaghitisi delle belle porcellane chinesi, bramavano trovare il segreto della fabbricazione ed a ciò avviarono le ricerche dei loro alchimisti. Per costoro fu certamente tempo meglio impiegato che a cercar l'oro e il diamante! In ispecie il principe elettore di Sassonia diede quest'incarico all'alchimista Bötticher; e per essere certo dell'attività di costui e nel tempo stesso della sua segretezza, te lo chiuse in un castello sotto cortese ma valida custodia. L'alchimista però era uomo allegro, passava ridendo le intiere notti davanti ai forni da porcellana, e teneva desti gli operai con le sue facezie e la vivacità dei suoi discorsi durante la cottura, che durava continuamente per tre o quattro giorni. Questo amore al lavoro, questa perseveranza nelle ricerche, ebbero il premio desiderato. Nel 1709, il Bötticher otteneva la vera porcellana bianca, grazie al caolino da lui scoperto ad Aue in vicinanza allo Schneeberg.

Non ho bisogno di dirvi la gioia del principe elettore, che, caso raro, fu anche riconoscente verso Bötticher. Da allora, questi diresse una fabbrica di porcellana fondata appositamente a Dresda; e le porcellane di Sassonia sono anche oggidì avidamente ricercate.

Infinite precauzioni si usavano colà per mantenere il più scrupoloso segreto relativamente ai metodi di fabbricazione. Una parola d'ordine vincolava solennemente tutti gl'impiegati, dal direttore fino all'ultimo operaio: *mantenere il segreto sino alla morte!* Ogni mese tutti i capi e tutti gli operai rinnovavano questo giuramento che vede-

vasi scritto a grandi caratteri sopra le diverse porte interne dello stabilimento.

Un decreto reale condannava a perpetua prigionia nella fortezza di Koenigstein chiunque divulgasse un solo segreto della fabbrica.

Ad onta di tante cautele, il segreto venne divulgato, perchè parecchi operai, calcolando di poterlo vendere a caro prezzo, tentarono la fuga, ed essendo riesciti a disertare, passarono in altri Stàti tedeschi. Sorsero quindi fabbriche di porcellana, prima a Vienna, poi a Francoforte ed a Brunswick.

L'Inghilterra produce anch'essa ed in gran copia porcellane di molto pregio che vengono di là esportate pelle regioni più lontane. La manifattura della porcellana ricevette in quel paese una grandissima spinta per merito di Giosia Wedgwood nato a Burslem nel 1730 e morto nel 1795; non solamente egli migliorò i metodi di fabbricazione, ma si occupò pure con indefesso studio a raggiungere ogni possibile perfezione nella forma e negli abbellimenti, bandì i goffi modelli usati fino allora per sostituirvi un nuovo genere di disegni, semplici, eleganti e di squisita purezza, imitando con mirabile fedeltà le belle forme degli antichi vasi etruschi.

La prima fabbrica francese di porcellane venne fondata a Sèvres per conto del governo nel 1756. Quella fabbrica si mantiene anco al presente in grande rinomanza e ne escirono veri capolavori che destarono l'ammirazione di tutta Europa.

L'Italia contava essa pure varii di questi stabilimenti governativi. Nel principio di questo secolo il Piemonte affidava al distinto Gioanotti la direzione di una fabbrica reale di ceramica a Vinovo. A Napoli l'opificio di Capo di Monte, sorretto anch'esso dal governo, produceva opere notevoli per buon gusto e per corretta esecuzione, ed in Toscana fino dal principio del secolo XVII fondavasi a

Firenze una fabbrica di porcellane, sotto gli auspici del granduca Francesco I.

—

La materia che si adopera nello stabilimento di Sèvres è il caolino di Saint-Yrieix (luogo presso Limoges), sostanza bianca, dolce al tatto; alla quale si mescola in piccole proporzioni sabbia e creta.

Si riscaldano anzitutto queste materie al color rosso per poi gettarle nell'acqua fredda; quindi per mezzo di macine si riducono in fina polvere; la polvere vien bagnata per ottenere una pasta; la pasta viene rimescolata da un operaio, camminandovi sopra a piedi nudi. Indi si depone la pasta in cantine umide per farla macerare, ossia acciocchè le sostanze organiche ch'essa può contenere marciscano in seguito a fermentazione; si rimescola quindi la pasta ancora una volta con le mani, e se ne formano delle pallottole che vengono gettate con forza sulla tavola da lavoro onde farne sprigionare le bolle di gas che possono contenere dopo la macerazione. — Si dà ai vasi la prima forma mediante la ruota del vasaio di cui abbiam parlato più sopra; poi il vaso è lasciato a seccare naturalmente per alcune ore; e poi lo si lavora di bel nuovo, modificandone e migliorandone la forma con uno strumento tagliente.

Non sempre si adopera la ruota nella fabbricazione dei vasi di porcellana; molti di questi si fabbricano mediante lo stampo, e in tal caso si applica la pasta sopra ad uno stampo, vuoto fatto ordinariamente di gesso. I vasi di forma rotonda si fabbricano con due stampi fatti di due parti eguali esattamente sovrapposte; si ottiene mezzo il vaso con ciascheduna parte, e mentre la pasta è ancor fresca si ravvicinano le due metà per formarne un tutto.

Altre volte, a causa della forma speciale del pezzo che vuolsi ottenere, come nei tubi, e nelle storte ed in altri recipienti cavi, si *getta* la porcellana; versando nello

stampo, formato di terre porose, una pasta semi-fluida di porcellana. I pori dello stampo assorbono molta acqua, ed uno strato di pasta aderisce fortemente alla faccia interna dello stampo. Si lascia andare tutta l'acqua e si riempie nuovamente lo stampo: per tal guisa si deposita un secondo strato di pasta; e così si continua fino a che siasi ottenuto il vaso col necessario spessore.

I vasi di porcellana fabbricati in questa guisa vengono sottoposti ad una prima cottura nella parte superiore del forno da porcellana, dopo la quale indurano bensì, ma rimangono molto porosi e sono quindi inetti alla maggior parte degli usi cui possono essere destinati; si ripara a tale inconveniente con la verniciatura, che nel tempo stesso dà alla porcellana quella lucentezza e quella levigatezza che tanto piacciono all'occhio. A formare questa vernice si adopera il feldspato, roccia naturale che presenta molta analogia di composizione con l'argilla che serve alla fabbricazione della porcellana. Il feldspato si fonde a temperatura più bassa di quella che produrrebbe la deformazione dei vasi.



36. Decorazione di un vaso di porcellana.

Nella fabbrica di Sèvres si cuoce la porcellana in forni a tre piani. Nel superiore si collocano i vasi che devono subire la prima cottura, gli altri due servono per la cottura definitiva. Ogni piano è riscaldato da quattro fornelli esterni, ed apposite aperture praticate sui fianchi del forno permettono alle fiamme di penetrarvi.

Quando tutti i vasi sono collocati nel forno, se ne immurano le porte con mattoni refrattari e si accende il fuoco. Per compiere la cottura si richiedono circa trentasei ore.

Quando si voglia coprire con pitture o dorature i vasi di porcellana, quando si voglia cioè decorarli, si applicano sui vasi già cotti e verniciati l'oro in polvere o le sostanze minerali di vario colore, che sono necessarie ad effettuare il voluto disegno. Si mescola con tali sostanze un *fondente* ossia una sostanza che serve ad agevolare la fusione di quei minerali, sostanza che di solito è il boracc, e quindi si portano al forno i vasi così decorati. Il borace fonde per effetto del calore, e con la sua fusione determina l'aderenza delle materie minerali colorate con la vernice di cui è coperta la porcellana. Questi colori, purchè sieno applicati con le debite cure, sono pochissimo alterabili e resistono alle ripetute lavature come pure all'azione chimica dei liquori alcalini od acidi.

Ma questo metodo di decorazione richiedendo molte cure e fatiche riesce lungo e dispendioso, e perciò non lo si adopera che pei vasellami più ricchi. I disegni che vedonsi sulle stoviglie ordinarie si ottengono a stampa. Onde praticare quest'operazione si incide anzitutto sul rame il disegno che vuolsi poi avere sulla porcellana; si applica sul rame la sostanza colorante e se ne ricava l' impronta sulla carta come per le incisioni ordinarie; subito dopo, si applica quella carta sulle pareti del vaso che vuolsi ornare e la si comprime con un pezzo di flanella. La sostanza colorante aderisce tosto, ed in parte viene assorbita dalla terra cotta, e vi lascia il disegno bello e stampato. Levata la carta e lavato il vaso, si distende sul disegno una vernice vitrea che dopo la sua condensazione lo lascia apparire perfettamente sulla superfice dell'oggetto.

L' industria ceramica progredisce continuamente, essa soddisfa a molteplici bisogni e serve a foggiare svariatissimi ornamenti.

Oltre ai mattoni ed alle tegole, oltre alle stoviglie adoperate negli usi domestici, si fabbricano con le terre cotte, che acquistano durezza come di pietra: caminiere, tavole,

pavimenti, stipiti di porte e finestre, bassorilievi, statue, ed altri oggetti di decorazione. Nel qual genere di lavori si giunse anche fra noi ad alto grado di perfezione, come ne fanno fede i molteplici prodotti che continuamente escono dallo stabilimento artistico dei signori Boni e Pelitti qui in Milano.

Per ultimo i lavori di porcellana sono di grande utilità pel fisico e pel chimico che se ne servono per istorte e vasi, per la telegrafia, e per macchine d'ogni genere.

Digitized by Google

I CANNOCCHIALI

I.

Un accesso di *spleen*. — Apologia del cannocchiale da teatro. — Tolomeo, Aristotile, Fracastoro, Giambattista Porta. — Vita di Galileo Galilei. — Il fanciullo di Middelburg e l'invenzione di Galileo. — Un detto di Laplace.

Le danze della *Velleda*, s'intrecciavano per la prima volta sul palco scenico della Scala, quando il dabben uomo che scrive queste linee, posti per poco daccanto i suoi libri e la sua scienza, entrava nel palchetto di una bella damina che esso ha la fortuna di conoscere. — Una sentita stretta di mano, ed un dolcissimo sorriso, ecco le accoglienze che come sempre ei s' attendeva. — Questa volta le attese indarno. — Dopo aver sopportato per una lunga ora, l'accesso di *spleen* della bella damina, egli dovette andarsene, senza ottenere nemmanco una stretta di mano, od un sorriso d'addio. — Pochi giorni dopo, seppe dalla sua bocca il motivo della sgarbatezza di quella sera. « Avevo obbliato (essa mi disse) il mio cannocchiale e m'avvidi che neppure lei poteva prestarmi il suo, per il semplice motivo che non lo aveva seco. Una prima sera d'opera e ballo senza cannocchiale! Essere alla Scala e non poter osservare minutamente le telette! Udire il tuono degli applausi e non poter ammirare i prodigi d'equilibrio della signora Cucchi!... Io subivo il supplizio di Tantalo; e che vuole! quando ho lo *spleen* non so celarlo. — Dica ella però francamente se la mancanza di cannocchiale non mi giustificava appieno? » Così parlò la bella



81. Statua di Galileo Ga ilei, a Pisa.

Digitized by Google

damina; e il suo interlocutore, non per galanteria ma per convinzione scientifica, assentì.

Chi ignora infatti i preziosi servigi che ci arrecano i cannocchiali annullando le distanze? Se le forme leggiadre, se il lampeggiar dello sguardo, che abbella parecchie di voi, o mie cortesi lettrici, estendono il loro fascino oltre i pochi che vi attorniano; se dalla loggia da cui vi affacciate all'addensata platea, siete fatte segno a migliaia di sguardi; a che attribuirlo se non al potente sussidio dei cannocchiali? Se le gemme e le acconciature, colle quali si aggiunge o si supplisce alle naturali attrattive, fanno l'ammirazione e l'invidia di tutta una sala, ne contesteremo noi il merito alla magia del cannocchiale? Per esso vi è dato soddisfare la vostra istintiva curiosità, vi è dato osservare non viste, frammischiarvi, spettatrici impensate, ai colloquii traditori, che persone a voi ben note tengono nel lontano palchetto, e dal gesto e dal vario atteggiarsi dei volti indovinarne le parole. — Un cannocchiale ben puntato, quante belle cose vi annuncia!...

Voi tutte adunque, o mie graziose lettrici, conoscete quanto me e più di me gli uffizii del cannocchiale da teatro; ma forse poche fra voi, conoscono l'interna struttura di questo prezioso istrumento e la sua storica origine, poche sanno che oltre ai cannocchiali da teatro, altri ve n'ha, di ben maggiore importanza per riguardo alla scienza. Egli è appunto della origine dei cannocchiali e della struttura delle varie loro specie, che vi intratterrò ora.

Secondo alcuni, i cannocchiali non sono invenzione moderna, ma furono noti anche all'antichità. Noi non possiamo aderire a questa opinione. Dai documenti storici che ci rimangono, si può dedurre con sicurezza che Tolomeo e gli altri astronomi antichi compirono i loro studii senza il sussidio dei cannocchiali; e n'erano prive anche le donne greche e romane, ai pubblici spettacoli. — È vero

che Aristotele asserì di poter vedere le stelle anche di giorno; ma ciò ottennero gli antichi adoperando lunghi tubi, come avviene a chi contempla la vôlta celeste dal fondo di un pozzo. Venendo a tempi a noi più vicini, vi diremo che si credette poter attribuire il merito d'aver inventato i cannocchiali al poeta e filosofo italiano *Fracastoro*, il quale in un'opera pubblicata in Venezia nell'anno 1538 narra che sovrapponendo l'una all'altra due lenti ed osservando con esse la luna e le stelle, queste gli sembravano avvicinarsi.

Giambattista Porta, fisico napoletano che occorre nominar molte volte in queste conversazioni scientifiche, l'inventore della camera oscura, annuncia nella sua opera della *Magia Naturale* pubblicata nel 1590, che col mezzo di due lenti, l'una convessa e l'altra concava, si possono vedere gli oggetti ingranditi e ravvicinati. Sì il Fracastoro come il Porta, non fecero però che intravvedere il futuro cannocchiale; poichè non costrussero mai un apparecchio d'ottica che pur lontanamente gli rassomigliasse. Noi dobbiamo veramente i cannocchiali in parte al caso, in parte al genio di Galileo.

I figliuoli di un ottico di Middelburg, città dell'Olanda, trastullavansi un giorno con alcune lenti. — Volle il caso che uno di essi avendo fra mani una lente concava ed una convessa si ponesse a guardarvi attraverso tenendole ad una certa distanza fra loro. — Facile a immaginarsi è il suo stupore, quando vide per tal guisa distintamente il gallo che sormontava il lontano campanile della chiesa principale di Middelburg. Il fanciullo corse subito al padre a raccontargli il prodigio, e questo fatto divulgandosi di bocca in bocca giunse nell'aprile del 1609 fino a Venezia dove in quel tempo trovavasi Galileo. Questi tornò subito a Padova a specularne la fabbrica, « la quale, come » narra il Viviani nella vita del Galilei, immediatamente » ritrovò la seguente notte, poichè il giorno appresso

» componendo l'instrumento nel modo che se l'aveva
» immaginato, non ostante la imperfezione dei vetri
» che potè avere, ne vide l'effetto desiderato e subito
» ne diede conto a Venezia a' suoi amici; e fabbri-
» candosene altro di maggior bontà nei giorni dopo,
» lo portò quivi, dove sopra varie altezze della città
» fece vedere e osservare gli oggetti in varie lontananze
» a' primi senatori di quella repubblica con infinita me-
» raviglia. »

Molti, attribuendo assai merito al caso avvenuto in Olanda, sostengono non essere stato Galileo il primo inventore dei cannocchiali. « Ma (come disse egli stesso),
» l'aiuto recatomi dall'avviso svegliò la volontà ad appli-
» carvi il pensiero, che senza quello può essere che io
» mai non vi avessi pensato; ma che, oltre a questo,
» tale avviso possa agevolare l'invenzione, io non lo credo:
» e dico di più, che il ritrovare la risoluzione di un pro-
» blema pensato e nominato, è opera di maggiore inge-
» gno assai che il ritrovarne uno non pensato nè nominato;
» perchè in questo può avere grandissima parte il caso,
» ma quello è tutto opera del discorso. »

E valga il vero: forse senza Galileo l'osservazione fatta del fanciullo middelburghese sarebbe rimasta senza pratica applicazione, nella guisa stessa che prima di Newton migliaia d'uomini avevano visto cadere da un albero una mela matura; ma volevasi il genio di Newton per scoprire in quell'avvenimento tanto comune, le leggi della gravitazione.

A provarvi il merito di Galileo, più assai di lunghi ragionamenti, vale il fatto narrato dal Viviani, che nei primi tempi dopo l'invenzione dei cannocchiali, questi avevano volgarmente nome di *occhiali di Galileo* [1].

[1] Galileo Galilei nacque a Pisa il 18 febbraio 1564, morì nella sua villa d'Arcetri l'8 gennaio 1642. Grande astronomo, grande matematico, grande filosofo, grande scrittore, quest'uomo di genio e al-

È forse mestieri dirvi quali immensi vantaggi abbia arrecato all'umanità quest'invenzione? Alcuni di essi vi sono ben noti; ma sono i meno importanti. — Per essa l'occhio umano potè lanciarsi nelle profondità inesplorate dello spazio; e l'astronomia, la più sublime fra le scienze, potè nel breve periodo di due secoli, non solo svincolarsi dal cumulo degli errori ereditati dagli antichi, ma erigere ben anche uno splendido edifizio che, come disse il grande Laplace, è il più bel monumento dell'ingegno umano.

II

La rifrazione della luce. — Raggio e fascio di luce. — Raggi paralleli. — La rifrazione. — Le lenti biconvesse e biconcave. — I fuochi. — L'imagine reale e la virtuale. — Il cannocchiale astronomico ed il cannocchiale terrestre. — L'oculare e l'obbiettiva. — Assorbimento della luce. — Il cannocchiale da teatro. — Il campo del cannocchiale..

Sotto il nome generico di cannocchiali se ne comprendono tre specie distinte, cioè gli *astronomici*, i *terrestri* e per ultimo *quelli da teatro*. La struttura dei cannocchiali in genere ha per base quel fenomeno d'ottica che si conosce col nome di *rifrazione della luce*. È quindi indispensabile per

trettanto celebre per le sue scoperte quanto per le sue sventure, per la persecuzione sofferta dalla Corte di Roma e dalla così detta Santa Inquisizione. Avendo egli verificato che la terra si muove, l'Inquisizione lo processò, lo imprigionò, lo condannò, lo esiliò, e lo obbligò a ritrattarsi! Della sua vita, parleremo altrove; delle sue scoperte, sono piene queste pagine. Ma più ancora che delle sue scoperte, il mondo gli va debitore del sistema inaugurato nella scienza. Prima di Galileo, la scienza sacerdotale citava la Bibbia ed i Santi, la scienza laica giurava in Platone od Aristotile. Galileo mostrò che nella scienza non c'è che un'autorità sola: quella dei fatti, delle prove, degli esperimenti. Da lui dunque ebbe vita il fecondo *metodo sperimentale* che liberò da ogni pastoia la scienza e le rese possibile di sollevarsi al sublime posto che occupa oggi; e dopo lui nacque l'*Accademia del Cimento*, che prese per divisa il *provando* e *riprovando*, divisa di tutti gli scopritori.

Così noi abbiamo la gloria di trovare al vestibolo della scienza moderna un italiano, Galileo; e al vestibolo della scienza contemporanea un altro italiano, Volta, l'inventore della *pila*, da cui il telegrafo e tutti i fenomeni e tutte le applicazioni dell'elettricità.

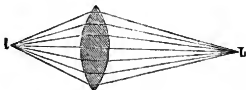
la chiara intelligenza di questo stromento, formarsi un'idea netta e precisa di tale fenomeno.

Un filo di luce che si immagini ridotto al minimo di sottigliezza è un *raggio di luce.* — Un complesso di più raggi di luce vicini forma un *fascio di luce.* — In un fascio di luce che abbia origine da un sol punto luminoso i raggi sono tutti fra loro divergenti, ovvero si scostano tanto più l'uno dall'altro quanto più si allontanano dal punto luminoso. Se però questo è lontanissimo, come sarebbero relativamente a noi i punti della superfice del sole, i raggi si possono e si sogliono considerare come *paralleli.* — Quando un raggio luminoso attraversa una sostanza (*mezzo*) trasparente ed omogenea, come sarebbe uno strato di acqua o di aria, esso la percorre sempre in linea retta. Quando invece il raggio luminoso passa da un *mezzo* ad un altro di diversa densità come ad esempio dall'aria nell'acqua o nel vetro, esso non si conserva diritto se non quando entra nel secondo *mezzo* perpendicolarmente; mentre quando vi entra obbliquamente, si piega, o come si dice scientificamente si *rifrange.* È questo un fenomeno notissimo. Chi non ha osservato che il remo od il bastone in parte immerso nell'acqua sembra spezzato, là precisamente dove esce dall'aria ed entra nell'acqua? Su tale proprietà della luce, nota sotto il nome di *rifrazione,* si fonda la costruzione delle *lenti* ossia di quei pezzi di vetro che opportunamente foggiati e combinati, sono l'elemento essenziale dei cannocchiali.

Le lenti sono, d'ordinario, terminate a superfice sferica: le loro facce cioè sono porzioni più o meno grandi della superfice di una sfera. — A seconda che le due facce sono incavate o rigonfiate, la lente dicesi *biconcava* nel primo caso, e *biconvessa* nel secondo. — Immaginiamo congiunti fra loro mediante una retta i due centri delle due superfici sferiche, di cui le due facce di una lente sono frazione. — Questa retta chiamasi *asse principale* della lente, od anche soltanto *asse.*

Intorno alle lenti, calcoli matematici insegnano e l'esperienza costantemente ed esattamente conferma alcuni fatti generali che si possono esprimere colle proposizioni seguenti:

1.° Quando un punto luminoso L (fig. 82) si trova sull'asse di una lente biconvessa a non breve distanza dalla lente medesima cosicchè i suoi raggi vadano a cadere poco inclinati su di essa; questi, dopo essersi due volte rifratti, entrando cioè nella lente e poi uscendone, convergono, ossia s'inclinano tutti l'uno rispetto all'altro in guisa da riunirsi dall'altra parte dell'asse in un punto *l* che dicesi *fuoco* del punto luminoso.



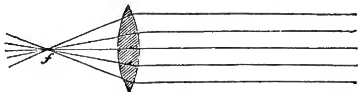
82.

2.° Il punto luminoso ed il suo *fuoco* diconsi *fuochi coniugati;* poichè, se si porta il punto luminoso nella posizione precisa del suo fuoco, i raggi che emanano da esso punto vanno tutti a riunirsi, dopo aver traversata la lente, nella posizione in cui prima trovavasi il punto luminoso.

3.° Ponendo una lente biconvessa in faccia ad un oggetto luminoso situato ad immensa distanza (come sarebbe ad esempio il sole) i raggi luminosi che cadono su di essa in direzione parallela, si rifrangono prima entrando nel vetro, e poi di nuovo uscendone, convergono tutti in un punto *f* (fig. 83) posto sull'asse della lente stessa. Questo punto in cui convergono tutti i raggi paralleli dicesi *fuoco principale* di quella lente, la distanza di questa da quello dicesi *distanza focale.*

4.° Ponendo invece un punto luminoso nel fuoco principale *f* (fig. 83) d'una lente biconvessa; i raggi che partono da essa proseguono tutti in direzione parallela fra loro.

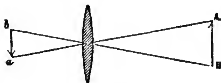
5.° Quando il punto luminoso non è posto sull' asse principale della lente, i raggi che partono da esso vanno pur sempre a riunirsi in un punto situato al di là della



83.

lente. Anche a questo punto si dà il nome di fuoco, ma non si trova sull'asse principale.

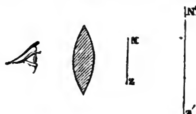
Premesse queste nozioni indispensabili facciamoci a considerare quel che avvenga, quando innanzi ad una lente biconvessa trovisi, anzichè un punto imaginario, un oggetto luminoso od illuminato.



84.

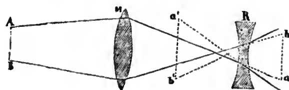
Quando un oggetto A B (fig. 84) trovasi più lontano dalla lente di quello che il fuoco principale, ossia quando la distanza dall'oggetto alla lente supera la distanza focale, ogni punto ha il suo fuoco dall'altra parte della lente in modo che vi si forma un'imagine *b a* dell'oggetto stesso, impicciolita e rovesciata; imagine che si renderà visibile all'occhio ponendolo al di là di *a b*.

Questa imagine dicesi *reale* perchè essa si forma effettivamente là dove l'occhio si colloca per guardare l'oggetto. Per convincersene basta porre al di là della lente nella posizione opportuna un foglio bianco sul quale si vedrà effettivamente dipingersi quell'imagine.



85.

Ma se invece l'oggetto N Z (fig. 85) è collocato fra il fuoco di una lente biconvessa e la lente medesima, l'occhio posto al di là della lente invece di vedere l'imagine *reale* impicciolita e rovesciata dall'oggetto come nel caso precedente, vedrà sul prolungamento dei raggi luminosi che partono dall'oggetto, un'imagine N' Z ingrandita e diritta.



86.

grandita e diritta. Questa imagine dicesi *virtuale* e non *reale* come nel caso precedente, perchè non potrebbe riceversi su un foglio di carta in qualsiasi luogo lo si collocasse. Una lente biconvessa così adoperata, posta cioè fra l'occhio ed un oggetto molto vicino ad essa, costituisce il *microscopio semplice*, stromento utile specialmente al naturalista il quale può con esso studiare sia negli animali sia nelle piante sia nei minerali quei minutissimi

particolari che sfuggirebbero certamente alla vista più acuta. Sul microscopio vi basti per ora questo brevissimo cenno, ve ne riparlerò più diffusamente in un capitolo apposito.

Col sussidio delle nozioni fin qui esposte è agevole comprendere l'interna struttura del *cannocchiale astronomico*. Esso è composto di due lenti adattate alle imboccature di un tubo formato di due parti, l'una delle quali è scorrevole nell'altra onde permettere all'osservatore di far variare a suo talento la distanza che separa le due lenti. La lente che si trova più prossima all'occhio dell'osservatore dicesi *oculare;* l'altra che ne è più lontana e che è quindi più prossima all'oggetto dicesi *obbiettiva.*

L'interno del tubo sì dei cannocchiali come di qualunque altro strumento d'ottica, è annerito, onde impedire che la luce che entra pell'*oculare* abbia a nuocere alla chiarezza delle imagini, riflettendosi sulle pareti interne del tubo.

Abbiam visto or ora in qual modo *una lente biconvessa ingrandisca un oggetto;* senza entrare in troppo lunghe spiegazioni ci restringeremo qui a dirvi che *due di queste lenti convenientemente disposte riescono ad ingrandir l'oggetto ancor più.* Il cannocchiale astronomico consta appunto di due lenti biconvesse; una di esse, l'obbiettiva, raccoglie i raggi luminosi che partono dall'oggetto che si guarda. Essi formano un'imagine rovesciata (come abbiam visto più addietro a fig. 84) nell'interno del cannocchiale. L'altra lente, l'oculare, serve ad ingrandire (come nella fig. 85) questa imagine; da ciò proviene che l'occhio dell'osservatore posto al di là della lente non vede l'oggetto nella sua vera posizione, ma lo vede invece rovesciato. Chi osserva un campanile od altro oggetto terrestre con simile cannocchiale, lo vede con suo stupore capovolto. — Voi, o mie graziose lettrici, sapreste oramai rendervi ragione di un siffatto fenomeno. — Questi cannocchiali si adoperano per l'osservazione degli astri che per la loro

forma circolare possono indifferentemente essere osservati diritti o rovesci. — E per tal motivo appunto siffatti cannocchiali son detti *astronomici*.

Ma chi osserva oggetti terrestri, desidera almeno nel maggior numero dei casi, vederli diritti. — In luogo quindi del cannocchiale astronomico, si adopera a questo scopo il *cannocchiale terrestre*, il quale non ne differisce che per l'aggiunta di una terza lente biconvessa che convenientemente collocata fra l' obbiettiva e l' oculare fa l'ufficio di raddrizzare l'imagine rovesciata, come abbiam visto, dall'obbiettiva. L'occhio dell'osservatore vede quindi l'imagine dell'oggetto diritta ed ingrandita.

Qui taluno dei miei lettori potrebbe chiedermi perchè gli astronomi si servano di preferenza dei cannocchiali della prima specie che danno l'imagine rovesciata, quando c'è modo d'averla diritta. Per rispondere a questa domanda è mestieri ch'io vi dica che una qualunque sostanza, per quanto essa ci sembri trasparente, non lascia passare tutta quanta la luce che la attraversa. Della qual cosa ci son modi assai comuni di convincersi; per esempio vi sarete accorti guardando un oggetto traverso molte lastre di vetro poste l'una dopo l'altra, che l'oggetto stesso comparisce molto meno distinto. Questo indebolimento successivo della luce nell'attraversare sostanze diafane, chiamasi *assorbimento*, ed è prodotto dalla riflessione che essa subisce nello attraversarle.

Ciò posto, è evidente che la luce patisce meno assorbimento traversando le due lenti del cannocchiale astronomico anzi che le tre del terrestre, e che per conseguenza a pari circostanze gli astri si vedono col primo, più distintamente che col secondo. Ora siccome importa agli astronomi di vedere gli astri quanto più distintamente è possibile, così essi devono dare necessariamente la preferenza al cannocchiale dalle due lenti che assorbe meno luce.

Per ultimo il *cannocchiale da teatro* è composto d' una obbiettiva biconvessa M (fig. 86) la quale riceve i

raggi che partono dall'oggetto lontano A B. Quest'obbiettiva darebbe un'imagine capovolta *a b*, se una seconda lente R di forma diversa, cioè biconcava, non facesse nuovamente rifrangere e divergere i raggi luminosi, i quali prolungati in direzione contraria vanno a formare nell'interno del tubo un' imagine virtuale, raddrizzata ed ingrandita (*a' b'*) che è quella appunto che è vista dall'osservatore.

A cosiffatto cannocchiale si dà tuttora l'epiteto di *galileiano*, perchè quello costrutto da Galileo e col quale egli per primo osservò gli astri, aveva appunto per obbiettiva una lente biconvessa e per oculare una lente biconcava. Con questo strumento l'illustre astronomo scoperse le montagne della luna, i satelliti di Giove e le macchie del sole. Quanto ai cannocchiali da teatro o *binocoli* ora in uso, essi sono costituiti da un sistema di due cannocchiali della terza specie, uniti insieme allo scopo di formare un'imagine in ciascuno degli occhi, e di aumentare così la chiarezza. A causa delle piccole proporzioni che si assegnano loro per ragione di comodità, essi non danno un ingrandimento notevole; limitansi cioè, come tutti sanno, a duplicare o triplicare le dimensioni degli oggetti.

Prima di lasciar questo argomento voglio mettervi sull'avviso contro una delle solite espressioni molto comuni e molto improprie. Quando udrete che col tal cannocchiale si vedono gli oggetti ingranditi cento volte, non crediate già che essi si vedano cento volte più grandi di quello che sono realmente, ma semplicemente che l' angolo che formano nell' occhio due raggi luminosi condotti per due punti estremi dell' oggetto è cento volte maggiore facendo uso del cannocchiale, di quello che ad occhio nudo.

Udrete pure parlare del *campo* del cannocchiale. Con questo vocabolo si denota comunemente quella porzione di volta celeste che si può osservare con un dato cannocchiale.

Digitized by Google

IL TELESCOPIO

La riflessione della luce. — Raggio riflesso e raggio incidente. — I raggi luminosi e le palle di bigliardo. — Gli specchi piani e sferici, concavi e convessi. — Centro geometrico, centro ottico, e asse ottico, — La distanza focale. — Il telescopio di Gregory. — Newton e Herschel. — Smisurate dimensioni dei telescopii.

I telescopii sono strumenti che servono a ravvicinare le imagini degli oggetti lontani. I cannocchiali sono adunque telescopii, infatti essi ebbero questo nome e si indicavano col titolo di *telescopii diottrici* o *telescopii a rifrazione;* ma oggi si chiamano propriamente telescopii, solo quegli apparati nei quali si approfitta nello stesso tempo della riflessione e della rifrazione per mezzo di specchi e di lenti allo scopo di osservare gli oggetti lontani.

Il piccolo strumento col quale Galileo ottenne le sue splendide scoperte, aveva, come abbiam detto nel precedente articolo sul cannocchiale, una forza appena superiore a quella di un ordinario cannocchiale moderno, ma fu rapidamente migliorato, e nelle mani del celebre Huyghens giunse a dimensioni gigantesche e ad una grandissima potenza. Per ovviare alla necessità della lunghezza enorme voluta per questi cannocchiali, e per ottenere ciononostante i vantaggi ad essi inerenti, Gregory e Newton idearono il *telescopio a riflessione*, nuovo strumento divenuto poscia molto più importante di quello che probabilmente i suoi primi inventori immaginassero.

Il telescopio, come esiste presentemente coi perfezionamenti arrecati alla sua struttura, dev' essere collocato

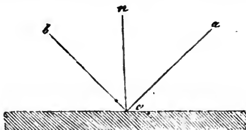
fra le più alte e le più raffinate produzioni dell'ingegno umano. Il telescopio infatti avvicinò l'uomo all'artifizio della natura; il telescopio conferì all'uomo, se non un altro senso, almeno tale ampliazione del più importante fra quelli ch'egli possiede, da meritare quasi d'essere riguardato come un senso novello. Nè si può dir giunto alla sua ultima perfezione. A questa è del resto difficile fissar limiti, quando consideriamo i meravigliosi progressi che ogni genere di scienza va facendo, e la delicatezza di artifizio, infinitamente superiore a quella dei tempi passati, con la quale i materiali possono essere ora lavorati; come pure le invenzioni e le combinazioni ingegnose che ogni anno vengono in luce per giungere a novelli scopi con mezzi fin qui non tentati.

Il telescopio di Gregory si basa sul fenomeno della riflessione che subiscono i raggi luminosi cadendo sur una superfice concava. Onde informarvi della struttura di questo importante strumento, ci è quindi forza ragionarvi alcun poco del fenomeno che si chiama *riflessione della luce.*

Quando un raggio luminoso cade in direzione perpendicolare sopra una superfice piana, opaca e ben levigata, come sarebbe ad esempio una lastra di ferro stagnato, esso ritorna seguendo la medesima direzione tenuta nel cadere su quella superfice, e si riflette in tutt'altra direzione, però sempre in guisa che l'angolo formato dal *raggio riflesso* con la superfice riflettente sia eguale all'angolo formato dalla superfice col raggio che la colpisce e che perciò dicesi *raggio incidente.* Tale importantissimo fenomeno si enuncia dicendo che l'*angolo di riflessione è sempre eguale all'angolo di incidenza.*

L'annessa figura 87 vi mostra un raggio incidente *n c* che andando a cadere sulla superfice riflettente, in direzione ad essa perpendicolare, viene riflesso dalla medesima nella identica direzione. Ed essa vi mostra pure un

raggio luminoso *a c* il quale cadendo obliquamente su quella superfice viene dalla medesima riflesso nella direzione di *c b*.



87.

Il fenomeno ora indicato, della riflessione d'un raggio di luce sopra una superfice piana, si imprimerà ancor meglio nella vostra mente se vi farò osservare che quanto abbiam detto dei raggi luminosi succede anche nell'urto dei corpi. Molti di voi avranno osservato che una palla da bigliardo che colpisce perpendicolarmente la sponda, retrocede seguendo la strada già fatta; e che all'incontro quando la palla colpisce la sponda obliquamente, essa ne viene respinta, o riflessa, in un'altra direzione, e precisamente nella direzione che forma con la sponda quello stesso angolo che con essa formava la direzione della palla mentre andava a colpirla.

Ma ritorniamo al nostro argomento. Le superfici riflettenti hanno un nome generico, esse diconsi *specchi*. Non è mestieri dirvi che infinite possono essere le specie degli specchi, ve ne sono infatti di *piani*, di *sferici*, di *cilindrici*, di *parabolici*, ecc. a seconda che sono porzioni più o meno grandi della superfice di un piano, di una sfera, d'un cilindro, d'una parabola, ecc Non isgomentatevi, miei cari lettori, non è mia intenzione di esporvi qui diffusamente la teoria di queste varie specie di specchi. Vi basti sapere che gli specchi *piani* sono quelli sui quali adagiando una retta in qualsivoglia direzione, ogni suo punto tocca lo specchio; e che gli specchi sferici sono

formati da una porzione della superficie di una sfera. — Sonvi due specie di specchi sferici, i *concavi* ed i *convessi:* i primi presentano la loro concavità a chi in essi vi guarda, e i convessi presentano all'osservatore la loro convessità, ossia la parte rigonfia.



88. Telescopio di Newton.

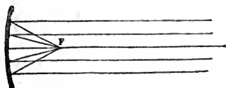
Dicesi *centro geometrico* d'uno specchio il centro di quella superficie sferica, a cui si immagina appartenere lo specchio, e *centro ottico* il punto di mezzo di uno specchio sferico. La retta ideale congiungente fra loro questi due centri chiamasi *asse ottico* dello specchio.

Digitized by Google

Sapete già quel che avvenga quando un raggio di luce va a cadere sur uno specchio piano; consideriamo ora l'andamento dei raggi luminosi cadenti sur uno specchio sferico.

1.° Quando un fascio di raggi paralleli cade sopra uno specchio concavo in direzione parallela all'asse, questi si riflettono sulla superfice dello specchio, convengono tutti fra loro e vanno a riunirsi in un punto posto sull' asse dello specchio. Questo punto rappresentato in F (fig. 89) chiamasi *fuoco dei raggi paralleli* o *fuoco principale* e la distanza del punto F dallo specchio dicesi sua *distanza focale*. Gli specchi ora accennati son quelli che gli antichi dicevano *ustorii*, perchè esponendoli ai raggi solari, questi vanno a convergere nel punto F ove producono intenso calore ed è perciò che a quel punto si dà il nome di *fuoco*.

Vuolsi che Archimede, giovandosi di siffatti specchi, costrutti con lastre di metallo ben levigate, collocati sulle mura di Siracusa, incendiasse i vascelli romani che assediavano questa città.



89.

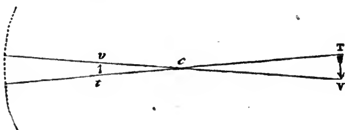
2.° Inversamente, collocando un punto luminoso nel fuoco principale F di uno specchio concavo, i raggi vengono riflessi dallo specchio tutti in direzione parallela all'asse. Della qual cosa molte volte si approfitta, quando si vuole mediante una sola lampada gettare un vivo chiarore in una determinata direzione.

3.° Quando i raggi luminosi partano da un punto posto sull'asse principale dello specchio, e quindi non siano fra loro paralleli come nel caso precedente, i raggi stessi dopo essersi riflessi alla superfice dello specchio vanno

ancora a riunirsi in un punto che conserva per analogia il nome di *fuoco* e che si trova pur esso sull'asse.

4.° Il punto occupato dall' oggetto luminoso ed il suo fuoco diconsi *fuochi coniugati*, poichè, portando il primo nella posizione del secondo, i suoi raggi vanno tutti, dopo la riflessione, a riunirsi nel punto che era prima occupato dall' oggetto.

5.° Se il punto luminoso non è sull' asse principale, i raggi che partono da esso, vanno ancora dopo la riflessione a riunirsi tutti in un punto o *fuoco* il quale però non è posto sull' asse.



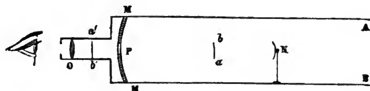
90.

Risulta dal fin qui esposto che ponendo un oggetto T V (fig. 90) in faccia ad uno specchio concavo, i raggi che partono da V vanno tutti dopo la riflessione a riunirsi nel loro fuoco *v* e quelli che partono da T in *t;* quindi l'oggetto T V formerà, dopo essersi riflesso nello specchio, un' immagine capovolta *v t.* Ecco dunque che uno specchio concavo potrà fare l' ufficio dell' obbiettiva dei cannocchiali, potrà cioè formare nel suo fuoco un'imagine degli oggetti lontani. Collocando poi una lente oculare in posizione opportuna, si potrebbe ingrandire quest' imagine.

Ma, badiamo bene, se l'osservatore si ponesse in faccia allo specchio a rimirarvi l' imagine dell' oggetto lontano, ei non vedrebbe nulla, perchè col suo corpo intercette-

rebbe il passaggio ai raggi luminosi che vanno dall'oggetto allo specchio; bisogna quindi trovare modo che l'osservatore che si pone dinanzi all'oculare non abbia a trovarsi fra l'oggetto e lo specchio. Ecco l'ingegnosa disposizione ideata da Gregory per superare tale difficoltà:

Il suo telescopio rappresentato in sezione dalla fig. 91. componevasi d'un lungo tubo A B ad una delle cui estremità avvi un specchio concavo M M nel cui centro vi ha una piccola apertura circolare P. Nella posizione indicata dalla lettera N avvi un secondo specchio concavo, alquanto più ampio dell'apertura centrale P dello specchio maggiore. I raggi che partono da un oggetto lontano, per



91.

esempio da un astro si riflettono sullo specchio M M e ne formano una prima imagine rovescia in *b a;* ma in causa del piccolo specchio N, i raggi che partono da questa imagine subiscono in esso una seconda riflessione e vanno a formare in *a' b'* un' imagine ingrandita e rovesciata di *b a* la quale risulta quindi diritta rispetto all'oggetto lontano. Questa seconda imagine viene nuovamente ingrandita col mezzo di una lente biconvessa O, per guisa che l'occhio d'un osservatore collocato posteriormente ad essa vede l'imagine dell'oggetto lontano diritta ed ingrandita.

Questa maniera di telescopii ideata da Gregory venne alcun poco modificata da Newton il quale trovò il modo di non forare lo specchio maggiore, collocando invece

uno specchietto piano in faccia ad esso, e trasportando la lente biconvessa, che serve ad ingrandire l'immagine riflessa dai due specchi, lateralmente al tubo del telescopio invece che a uno dei suoi capi.

La nostra figura 88 rappresenta uno di questi telescopii, il primo dei quali venne costrutto dallo stesso Newton che lo diede in dono nel 1672 alla Società reale di Londra.

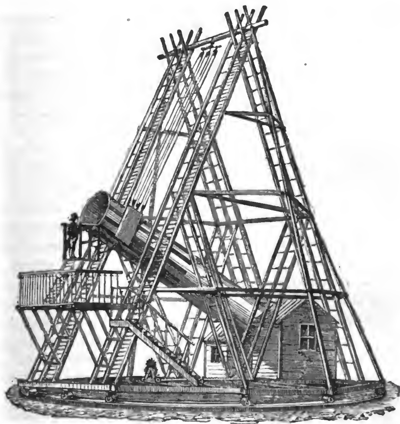
Il celebre astronomo Guglielmo Herschel che visse sul finire dello scorso secolo, contribuì grandemente a diffondere nel pubblico la cognizione di quest'istrumento, poichè le gigantesche dimensioni dei telescopii da lui costrutti colpivano l'imaginazione.

Herschel non sembrava certo nè destinato nè preparato dalla sua posizione a dedicarsi alla carriera dell'astronomo; egli era semplicemente un musicante. Volle il caso che un telescopio gli capitasse fra mani e che incantato delle meraviglie che i cieli offerivano ai suoi sguardi per mezzo di questo strumento d'ottica, ci si dedicasse con grande entusiasmo alle osservazioni celesti. Il telescopio di cui servivasi Herschel non era atto che ad un piccolo ingrandimento; egli tentò quindi di procurarsi un telescopio di maggiori dimensioni. Ma il prezzo dello strumento da lui desiderato era troppo alto per la borsa d'un semplice dilettante.... Or che fa egli? non può comperarsi lo strumento?... ebbene, ne costrurrà uno egli stesso. E tanta fu la forza della sua volontà che in brevissimo tempo divenne abile matematico, costruttore, ottico ed astronomo. Nel 1781 egli aveva costrutti più di quattrocento specchi riflettori per telescopii.

Il potente telescopio che Herschel costrusse per suo uso era composto d'uno specchio metallico collocato in fondo d'un largo tubo e leggermente inclinato nell'interno del medesimo, per modo che l'imagine d'un astro che esso formava si vedeva molto ingrandita e molto chiara

Digitized by Google

ponendo l'occhio sull'orlo dell'orificio del tubo, ove ei la vedeva ancor più ingrandita per mezzo d' una lente. Il vantaggio del telescopio di Herschel su quelli di Gregory e di Newton consiste nell'aver ommesso il secondo spec-



92. Telescopio di Herschel.

chio, il quale inevitabilmente danneggiava alla chiarezza degli oggetti per effetto della seconda riflessione che patiscono in esso i raggi luminosi.

Il maggior telescopio adoperato da Herschel era co-

Digitized by Google

strutto con uno specchio del diametro di un metro e quarantasette centimetri. Il tubo era lungo dodici metri: l'osservatore si collocava alla sua estremità e col mezzo d'una lente molto potente osservava l'immagine. L'ingrandimento offerto da questo strumento poteva giungere fino a dare una imagine seimila volte maggiore, in diametro, dei corpi osservati. E siccome uno strumento di dimensioni sì colossali non poteva essere maneggiato come i telescopii ordinarii, così Herschel ideò a tale scopo quel complicato apparecchio d'alberi, di funi e di pulegge che vedete rappresentato nella fig. 92. Tutto l' apparecchio era mobile su rotelle, e si poteva muoverlo tutto, onde orientarlo, col mezzo d'un arganello. L'osservatore si collocava sur una piattaforma sospesa all'orificio del tubo. — Herschel però non adoperava che raramente questo telescopio, poichè sotto il cielo nebbioso d' Albione non vi saranno forse durante un anno che cento ore in cui l'aria sia così limpida da poterne usare vantaggiosamente.

Ai nostri giorni lord Ross costrusse un telescopio ancor più potente e di dimensioni più colossali di quelle dello strumento di Herschel. Lo specchio del telescopio di lord Ross pesa non meno di tre mila ottocentonove chilogrammi, ed il tubo seimila seicento e quattro.

Oggi i telescopii a riflessione non godono più tanto favore quanto ne godevano una volta, essendo giunta ad altissimo grado di perfezione l'arte di costruire eccellenti cannocchiali, coi quali si conseguono gli stessi vantaggi dei telescopii a riflessione senza aver bisogno di adoperare strumenti di smisurate dimensioni.

IL MICROSCOPIO

Microscopio semplice. — Com'è fatto. — Modo semplice di usarlo. — Microscopio composto. — Cornelio Drebbel. — I sette colori della luce; l'arcobaleno e la rugiada. — Scoraggiamento di Newton. — Le lenti acromatiche. — Composizione del mi croscopio composto. — Il mondo invisibile. — Applicazioni scientifiche. — Microscopio solare.

Parlando dei cannocchiali ci è uscita dalla penna la promessa di discorrervi anche dei microscopii. Eccoci disposti a mantenerla.

Chiamasi *microscopio* lo strumento destinato ad amplificare le immagini degli oggetti molto piccoli, i quali, benchè vicini, sfuggirebbero per la loro picciolezza ai nostri sguardi.

Sonvi due specie di microscopii, i *semplici* ed i *composti.* Entrambi concorrono allo stesso scopo; ma vi ha una differenza notevole fra loro, tanto riguardo all'epoca in cui furono inventati quanto riguardo alla costruzione ed al loro potere amplificativo.

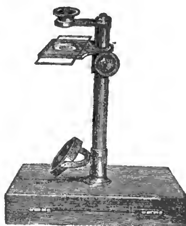
Il microscopio semplice non è altro che una lente biconvessa opportunamente collocata fra l'oggetto che vuolsi vedere ingrandito e l'occhio dell'osservatore. A rendersi ragione del perchè l'imagine dell'oggetto si veda ingrandita guardando traverso una lente biconvessa, basta rammentare ciò che abbiam già detto discorrendo di questa specie di lenti. (Vedi appunto il capitolo sui cannocchiali.)

Fino dai tempi più remoti era noto che gli oggetti veduti a traverso corpi trasparenti terminati da superfici sferiche, sembrano ingranditi. Gli antichi, quando volevano

vedere ingranditi i caratteri di minute scritture od incidere minutissime figurine sui camei, adoperavano ampolle o globi di vetro pieni d'acqua.

Però l'impiego delle lenti, ossia di quei pezzi di vetro che son terminati da due porzioni di superfice sferica, non risale ad epoche molto remote. Appena nel quattordicesimo secolo esse cominciarono ad essere adoperate in alcune arti, ad esempio nell'orologeria, nell'incisione ecc.

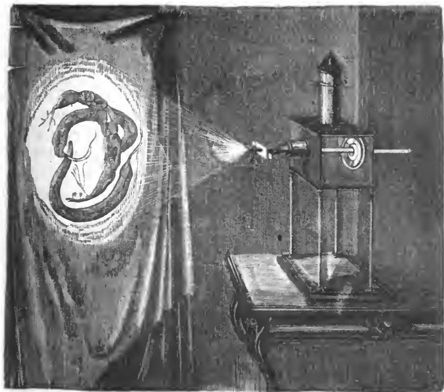
Non è mestieri spendere molte parole per mostrarvi l'utile che ci recano le lenti quando fanno l'ufficio di microscopii. Con esse i naturalisti possono contemplare a loro bell'agio i più impercettibili particolari dei corpi degli animali e delle piante, le forme dei più minuti cristalli. Con l'occhio armato d'un microscopio il negoziante è in grado di giudicare della bontà delle stoffe; e l'occhio vigile dell'autorità può con lo stesso mezzo scoprire le truffe di coloro, che, accecati dalla passione del guadagno, tradiscono il pubblico vendendo sostanze alimentari alterate o falsificate.



93. Lente montata.

L'unita figura 93 rappresenta una delle disposizioni che più comunemente si dà al microscopio semplice. Una lente biconvessa incassata nel mezzo d'un diaframma dipinto a nero, occupa la parte superiore della figura. Immediatamente sotto a questa lente vedesi il *porta-oggetti* che contiene, fra due lamine piane di vetro, l'oggetto che vuolsi esaminare. Il porta-oggetti può essere innalzato od abbassato a piacere ed essere fissato in qua-

lunque posizione sul sostegno della lente, per mezzo d'una vite di pressione. Per tal guisa l'oggetto in esame viene naturalmente accostato od allontanato dalla lente. Siccome poi è necessario che l'oggetto sia bene illuminato, così si colloca, verso la base del sostegno, uno specchietto concavo



94. Microscopio solare.

che può essere inclinato a piacimento; è ufficio di tale specchio il ricevere alla sua superfice la luce diffusa dell'atmosfera e rifletterla sull'oggetto. Per adoperare questo microscopio, si pone l'occhio a grande vicinanza dalla lente e si muove il porta-oggetti, innalzandolo od abbas-

Digitized by Google

sandolo, fino a che esso si trovi in posizione tale da rendere l'imagine nitida quanto più è possibile.

Questo strumento però è in molti casi insufficiente, poichè l'ingrandimento da esso offerto non può giungere che tutt'al più a 120 volte nel senso della lunghezza. Sarebbe impossibile ottenere un ingrandimento maggiore senza nuocere alla chiarezza dell'immagine.

Quando l'osservazione esiga maggiori ingrandimenti, si ricorre perciò al *microscopio composto*, il quale risulta dall'unione in un solo sistema di due lenti biconvesse di dimensioni diverse; la minore è l'*obbiettiva*, la maggiore l'*oculare*.

Il primo microscopio composto venne costrutto in Olanda intorno al 1572 da un dotto olandese per nome Cornelio Drebbel, quello stesso cui da molti vuolsi attribuire l'invenzione del termometro. Ma neppure il microscopio di Drebbel soddisfaceva a tutte le esigenze, poichè con esso non si ottenevano ingrandimenti superiori a duecento volte le dimensioni in lunghezza dei corpi osservati. I fisici sapevano che l'ingrandimento si sarebbe aumentato facendo uso di lenti molto forti, ossia di lenti che rifrangessero molto la luce; ma un gravissimo ostacolo si parava loro innanzi quando volevano aumentare l'ingrandimento del microscopio, un ostacolo che sembrava insormontabile, ed a causa del quale una parte dell'ottica rimase stazionaria per più di duecento anni. Ingegniamoci darvene un'idea.

Abbiam già veduto che la luce si rifrange. Passando da un mezzo in un altro di diversa densità, ad esempio dall'aria passando nel vetro, essa subisce inoltre una modificazione ancor più importante: si decompone cioè e presenta varii colori. La luce ordinaria presenta i sette colori: rosso, arancio, giallo, verde, azzurro, indaco e violetto. Questo fatto è notissimo: chi ignora che per esso vediamo l'arco baleno coi sette suoi colori? che mercè sua la rugiada

Digitized by Google

del mattino sospesa alle erbe dei prati ci sembra dotata dei più vivaci colori quando in essa si riflettono i raggi solari?

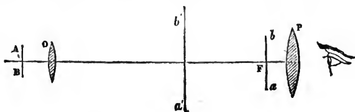
Tale decomposizione della luce traverso ai vetri delle lenti riesciva tanto maggiore quanto più erano potenti le lenti adoperate nei microscopii, cioè in luogo di vedere un' imagine sola e nitida dotata del suo colore naturale se ne vedevano sette confuse e dai sette colori ora accennati. Il grande Newton, che pur fece tanto nella scienza dell'ottica, studiò attentamente la questione per cercarvi un rimedio, e dopo maturo esame credette poter asserire che in nessun modo si potrebbe riparare a quell' inconveniente, che cioè non sarebbe mai possibile di evitare le sette imagini colorate. Tuttavia gli scienziati non si diedero vinti; e una discussione sorta fra il celebre geometra Eulero e l'ottico inglese Dollond arricchì nel 1757 l'umanità con la scoperta delle *lenti acromatiche.* Questo caso, quantunque non unico, è pur memorabile nella scienza: per esso vediamo come il geometra speculativo rinchiuso nella sua stanza, separato dal mondo, vivente in mezzo a sole astrazioni, possa concepire idee di grandissima importanza e di pratica applicazione.

Quando vi dica che il vocabolo greco *acromatiche*, significa *prive di colori*, comprenderete tosto che queste lenti hanno la virtù di dare imagini prive del difetto già notato, imagini cioè nelle quali l'oggetto non si vede dotato dei sette colori. Resta a sapere in qual maniera si raggiunga tale scopo. In luogo di avere l'obbiettiva composta d'una sola lente, la si compone di due lenti sovrapposte di diversa qualità di vetro, l' una biconvessa di *crown-glass*, l'altra concava-convessa di *flint-glass*. Grazie a questa bella scoperta l' ingrandimento dei microscopii potè aumentare moltissimo, ed oggi si costruiscono microscopii che ingrandiscono fino a *milleduecento volte*, nel senso della lunghezza, le imagini degli oggetti.

—

Ora che abbiamo esposto alla meglio l'ostacolo contro il quale lottarono per due secoli gli sforzi dei fisici, passeremo a spiegare in qual maniera due pezzi di vetro opportunamente foggiati, possano scoprire agli occhi attoniti dell' osservatore un intiero mondo sconosciuto, e togliere il velo ond' eran prima ricoperte molte belle pagine del gran libro della natura; pagine nelle quali non potevamo leggere per la debolezza dei sensi, ma che ora sono a nostra disposizione, grazie agli sforzi conquistatori dell'ingegno umano.

Il microscopio composto è simile nella sua costruzione ad un cannocchiale astronomico; un tubo annerito porta anche qui due lenti biconvesse alle sue due estremità; la grandezza e mutua relazione fra le due lenti è però diversa. La figura 95 rappresenta un microscopio composto, quale



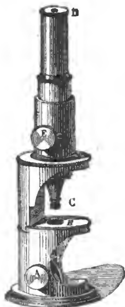
95. Struttura interna del microscopio composto.

lo si vedrebbe tagliandolo per mezzo nel senso della lunghezza. A B è l'oggetto molto piccolo che vuolsi esaminare, il quale essendo messo in grande vicinanza dall'obbiettiva biconvessa O forma di sè un' imagine ingrandita in *b a*. L'oculare, pure biconvessa, P, adempie qui lo stesso ufficio che nel cannocchiale astronomico: in grazia sua l'imagine *b a* si vede di molto ingrandita in *b' a'*.

La figura 96 vi mostra il microscopio composto quale lo si adopera tuttodì; l'oculare vi è indicata con la lettera D, l'obbiettiva con la C, ed il porta-oggetti con la B. Mediante la vite A si può muovere uno specchio il quale riflettendo la luce che cade alla sua superfice sull'oggetto

che vuolsi esaminare, lo rischiara vivamente. Per ultimo E è un bottone corrispondente ad un'asta dentata, col mezzo della quale l'osservatore ravvicina od allontana l'una dall'altra le due lenti, fino a che l'imagine ch'ei vede traverso alle medesime riesce della massima nitidezza.

Il microscopio alletta i nostri sguardi, fa rimanere attonita la nostra mente, stimola la nostra imaginazione dinanzi alle meraviglie ch'esso ci discopre, specialmente nei corpi organizzati. Un piccolo frammento d'erba, l'occhio dell'insetto più impercettibile, sottomessi all'azione di sì mirabile strumento, ci scoprono un mondo del tutto nuovo. Una goccia d'acqua tolta da un ruscello contenente qualche avanzo vegetale, una materia organica in via di decomposizione, vedute attraverso il microscopio, ci mostrano miriadi d'esseri viventi, dotati di un'organizzazione perfetta. Le rivelazioni di questo mondo invisibile, che era ignorato dagli antichi, è per le moderne generazioni un motivo per ammirare sempre più la grandezza della creazione.



96. Microscopio composto.

—

Le applicazioni scientifiche poi del microscopio sono numerosissime. I chimici lo adoperano per iscoprire i cristalli disciolti nei liquidi, studiarne le forme e differenziarli da altre sostanze analoghe. Il medico se ne giova moltissime volte a riconoscere varie malattie con la sola ispezione di liquidi vitali, come il sangue, il latte, l'urina, il muco, la saliva, ecc. Questo strumento serve pure egre-

giamente per iscoprire le numerose falsificazioni cui possono essere sottomesse la seta, il filo, la lana, ecc. e molte sostanze alimentari. Serve infine a misurare i corpi più meschini, e col suo mezzo si potè riconoscere che i globuli del sangue hanno appena il diametro di $\frac{1}{151}$ di millimetro.

Il *microscopio solare* (fig. 94) è una lente od un sistema di due lenti col cui mezzo vedesi notevolmente ingrandita l' imagine d' un oggetto vivamente rischiarato dalla luce solare. Per raggiungere tale scopo si fa entrare un fascio di raggi solari in una camera perfettamente oscura praticando un picciolissimo foro circolare nell' imposta della finestra; questo fascio di luce illumina vivamente l' oggetto che si trova sulla sua direzione e che si colloca fra due lastre di vetro. Una lente fissata in un tubo a conveniente distanza dall'oggetto, ne ingrandisce di molto l' imagine, la quale va a dipingersi sulla parete posta in faccia al microscopio. Le dimensioni di quest' imagine riescono tanto maggiori quanto più è distante quella parete.

Il microscopio solare può quindi paragonarsi ad una lanterna magica fortemente rischiarata dai raggi solari. L' imagine ottenuta con tale microscopio risulta enormemente ingrandita; convien notare però ch' essa riesce tanto meno distinta quanto più ne sono aumentate le dimensioni, appunto come nella lanterna magica.

UN MONDO IN UNA GOCCIA D'ACQUA.

A darvi un saggio degli effetti che si ottengono dal microscopio solare, eccovi qui l' imagine di una goccia, una sola goccia d'acqua veduta con questo istrumento. Sir John Herschel narrò nella *Quarterly Rewiew* che soventi volte e' si divertiva a sospendere una piccola goccia d'acqua

sulla cruna d'un ago comune, ch'ei poneva sopra un pezzo di cristallo obliquo, disposto in un microscopio solare. La goccia era sì piccola, che invece di seguire il piano inclinato del pezzo di cristallo, si conservava nella posizione in cui era stata gettata. La potenza dell'istrumento moltiplicava sì fattamente l'estensione della goccia d'acqua ch'essa pareva avere 12 piedi in diametro.

« Per mezzo di uno specchio posto a 5 piedi dalla lente, dice il celebre astronomo inglese, io osservai a più riprese ciascuna delle parti infinitamente piccole della mia goccia d'acqua; così ingrandita, essa era tutta popolata di animaletti di parecchie specie e di ogni grandezza, da un sedicesimo di pollice infino a 13 pollici. Spesso la loro quantità parve sì numerosa, da non lasciare inoccupato il menomo punto in quell'estensione di 12 piedi. Altre volte io non vedevo che una vasta tovaglia, per così dire, di piccoli animali viventi che parevano sorgere all'improvviso, quali grossi come una cruna d'ago, quali come una lente, mentre altri animali più perfetti e di maggior dimensione si trastullavano in mezzo a questi nuovi venuti. Allorchè poi gli abitanti della goccia d'acqua divenivano troppo numerosi, essi formavano una massa compatta e mobile, di cui io ero obbligato a cancellare una parte, versando una goccia d'acqua pura, per osservare più facilmente i movimenti del resto. Oh! l'innumerevole moltitudine di esseri animati! essi vivono senza dubbio degli avanzi d'altri animali ancor più impercettibili, e cui neppure il microscopio solare non può afferrare. »

Tra gli animaluzzi microscopici, si incontrano in abbondanza le anguille dal corpo sottile ed allungato; esse abitano nell'acqua, nell'aceto, nelle dissoluzioni di colla, di farina, di polvere nera di grano involpato, ecc. Secondo Sherwood e Needham, le anguille della colla di farina

sarebbero vivipare. Que'due scienziati dicono aver veduto uscire dal corpo di queste piccole anguille, altre anguille viventi; una sola ne avrebbe prodotte fino a cento e sei.

Quanto agli altri animaluzzi microscopici, a cui fu dato il nome di *Infusorii*, e che vennero classificati tra i *zoofiti*, il loro corpo è ora arrotondato, ora allungato e spesso coperto di piccioli peli. La loro propagazione avviene per lo più con la semplice divisione del loro corpo in parecchi frammenti, ciascuno de' quali continua a vivere e diviene ben presto un animale simile al primo. Si dividono in parecchie tribù; *enchelidi*, *volvoci*, *monadi*, ecc. Quanto a questi infusorii, si osservano altri animaluzzi di struttura ben differente; sono i *Rotatori*, messi nella classe degli articolati, e si riconoscono a certo apparecchio vibratile, il cui moto produce l' apparenza di due ruote ingranate che girino in senso inverso con estrema celerità.



97. I
una go

Prima che fosse inventato il microscopio, l'animale preso per tipo dell'*infinitamente piccolo*, era quello chiamato *pellicello;* e questo nome si dava a tutti gli animaletti che nascono nel formaggio vecchio, nella carne guasta, nella farina,

Digitized by Google

come pure ai parassiti che si sviluppano sul corpo come le pulci, i pidocchi, ecc. Ma cotesto pellicello, che ha la grossezza circa di un grano di sabbia, è ben lungi dall'essere l'*infinitamente piccolo;* Leuwenhoeck calcolò che *mille millioni* di corpi viventi che si scoprono col microscopio nell'acqua comune, non danno, presi insieme, la grossezza di un grano di sabbia o di un pellicello che ne è l'equivalente.



lone
acqua.

L' illustre Ehrenberg di Berlino, che si può intitolare il creatore della *micrografia* moderna trovò in un pollice cubico di tripolo di Bilin, 40,000 milioni di gusci silicei d'infusorii della specie delle Galionelle. Universalizzando la vita sul globo, egli scrisse nella sua magnifica opera sugl'*Infusorii*, pubblicata nel 1838: «La vita è sparsa nella natura in tanta profusione, che sopra gl'infusorii, vivono da parassiti infusorii più piccoli, e questi piccoli infusorii servono alla loro volta di dimora ad altri infusorii ancor più piccoli.»

Essendo che anco tra gli scienziati v'hanno gli umoristi senza saperlo, qualcuno ebbe a dire sul serio che la terra stessa non è che un infusorio vivente nell'aria, del quale noi, uomini, siamo gl'infusorii parassiti!

Digitized by Google

LA FOTOGRAFIA

I.

I biglietti di visita. — Giuseppe Niepce crea la fotografia. — Daguerre. — Descrizione del processo fotografico di Daguerre. — Perfezionamento della scoperta di Niepce e di Daguerre. — Metodo che si segue presentemente per ottenere una prova fotografica sul metallo. — Fotografia sulla carta. — Teoria e pratica della operazione. — Fotografia sul vetro. — Uso del *collodio*.

Se c'è una moda simpatica a questo mondo, certamente è quella dei biglietti da visita fotografici. Una volta fare il proprio ritratto costava un occhio della testa, e bisognava essere traricco per potere avere sotto gli occhi l'imagine di un genitore lontano o di una figlia maritata in remoti paesi. Oggi se avete una ventina di franchi d'avanzo, andate dal Maza o dal Duroni, che in un batter d'occhio colpiscono la vostra rispettabile imagine, e la rendono in tanti quadrettini che ponno stare nella saccoccia del gilé. Voi potete quindi mandare il vostro ritratto ai parenti lontani, agli amici, per i quali la è una vera festa.

Quel che una volta era lusso, divenne moda, e la moda è ora divenuta una necessità.

Così pure non è una bella moda quella degli album di fotografie? Invece di quelle scipite strenne che ingombravano i salotti delle signore, aprite un album e vi fate sfilare dinanzi tutte le celebrità del giorno, indigene ed esotiche, oppure i capolavori dell'arte, chè anche a questo si è giunti di riprodurre i quadri delle gallerie, le statue, i monumenti.

Come si ottengono questi preziosi quadretti? come s'è fatta una sì bella scoperta? È quello che vi diremo adesso.

L'onore della scoperta è dovuto per primo a *Giuseppe Niceforo Niepce*, nato a Châlons, sulla Saona, nel 1765. Egli avea fatta la campagna d'Italia col grado di primo tenente; ritornato in patria, diedesi all'industria ed alle scienze applicate; le sue ricerche risalgono al 1813.

Conoscete voi la *camera oscura?* Eccovene qui il disegno. È una scatola chiusa da tutte le parti, fuorchè da una piccola apertura, per la quale penetrano i raggi luminosi, che, incrociandosi, formano sopra una lastra posta in fondo della scatola un'imagine rovesciata e impicciolita degli oggetti che stanno dinanzi. È un fenomeno ottico che riproduce nell'interno della camera oscura la imagine rovesciata degli oggetti esterni.

Il fisico napolitano Giambattista Porta, — pare proprio scritto che nei principii d'ogni grande scoperta abbia ad esserci il nome di un nostro italiano, — fu il primo a far conoscere tre secoli fa questo fenomeno. Ma queste imagini che la luce solare faceva comparire nel fondo della camera ottica scomparivano con la stessa rapidità della luce. Come fermarle? come afferrarle? Questo problema studiava il nostro Niepce.

E' lo risolse nel 1824. Osservò egli che la materia detta *bitume giudaico*, quando è esposta alla luce, si modifica chimicamente e perde la sua solvibilità nei liquori spiritosi. Ora, egli pensò applicare uno strato di questo bitume sopra una lastra di rame ricoperta d'argento, e porre la lastra nel punto della camera oscura (che dicesi *fuoco*) dove vanno a convergere i raggi luminosi che penetrano per l'apertura detta dianzi. Lasciatala esposta per un po' di tempo all'azione solare, la ritirava e la tuffava in un miscuglio di petrolio e di essenza di lavanda. Le parti tocche dalla luce restavano intatte, le altre si dissolvevano. In seguito a questa modificazione, la parte

della lastra ch'era impiastrata di bitume, rappresentava i chiari; quella denudata, le ombre; e quella ch'era un po' impiastrata e un po' libera, le mezze tinte. Ma il bitume giudaico ha la disgrazia di essere molto lento a subire l'influenza della luce: ci volevano dieci ore per un disegno: in dieci ore il sole fa una bella strada (perdonate la falsità di questo modo di dire, poichè, come ben sapete,



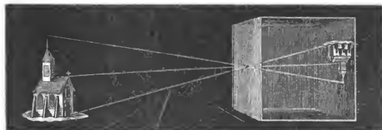
98. Giuseppe Niepce.

è la terra che si muove mentre il sole resta al suo posto) e così spostava le ombre ed i chiari.

Vedete che questo processo era bene imperfetto, ma già nessuna invenzione si è fatta in un giorno, come vi sarete accorti già più volte in queste pagine: e il più difficile è l'incominciare. I perfezionamenti vengon di poi. Già a questo modo, il Niepce riusciva a formare i rami

ad uso degl'incisori. Attaccando le sue piastre con un debole acido, egli incavava il metallo nelle parti non coperte dal bitume, e si poteva quindi servirsene a tirare incisioni sulla carta. Niepce dava a questo nuovo metodo d'incisione il nome di *eliografia*, siccome di scrittura (in greco, *grafo*) fatta col sole (in greco, *helius*).

Per una di quelle combinazioni, che succedono in dati momenti, un pittore, per nome Daguerre, si occupava a Parigi degli stessi studii. Ma questi non aveva per anco ottenuto nessun risultato dai suoi lunghi esperimenti, quando gli venne alle orecchie che un industriale di provincia era riuscito a risolvere il problema intorno a cui egli si affannava, quello cioè di fissare le imagini nella



99. Camera oscura.

camera oscura. Tosto si mise in relazione con essolui, e gli propose di accomunare gli sforzi. Un contratto in regola fu sottoscritto a Châlons il 14 dicembre 1829.

Niepce comunicò a Daguerre il suo segreto, e Daguerre si diede tosto a migliorarlo. Al bitume giudaico sostituì la resina che si ottiene distillando l'essenza di lavanda; non tuffò più la piastra in un olio essenziale, ma la espose all'azione del vapore, che questa essenza fornisce a temperatura ordinaria. Questo vapore si condensava solamente nelle parti rimaste nell'ombra e rispettava i chiari rappresentati dalla resina bianca. Le ombre erano rappresentate da una specie di vernice trasparente formata dalla

resina disciolta nell'olio essenziale. Così Daguerre cangiò completamente le basi e lo scopo dell'invenzione di Niepce. Questi servivasi della piastra come un mezzo per riescire all'incisione, si accontentava cioè di ottenere per via della luce una piastra atta a dare delle stampe; l'altro vuole che sulla piastra stessa resti il disegno definitivo. Il sistema di Daguerre prevalse, e pigliò da lui il nome di *Dagherrotipia.*

Progredendo sempre a gradi, i due soci vennero a sostituire alle sostanze resinose l'iodio, il quale dà grande sensibilità alla piastre d'argento. Allora uno d'essi, il Niepce, morì in età di 63 anni. Dopo vent'anni di lavoro, e' morì povero ed ignorato, come è la sorte di quasi tutti gl'inventori; la gloria non doveva risplendere che più tardi sul nome dell'uomo che aveva prodotta la più curiosa scoperta del nostro secolo.

Rimasto solo, Daguerre continuò le sue ricerche, e riuscì a scoprire la maravigliosa influenza che i vapori di mercurio hanno sull'apparizione dell'imagine. Questa imagine formata dall'azione della luce sopra una piastra intonacata di ioduro d'argento, è dapprima invisibile; ma tosto che è esposta ai vapori mercuriali, apparisce chiaramente.

Il 7 gennaio 1839, l'illustre Arago annunciò pubblicamente all'Accademia delle scienze a Parigi, la scoperta di Niepce e Daguerre. Il 19 agosto 1839, i processi degli inventori, ch'erano rimasti segreti fino allora, furono resi di pubblica ragione, e il governo francese dietro proposta d'Arago e di Gay-Lussac, accordò come ricompense nazionali una pensione vitalizia di 6000 franchi a Daguerre, ed una di 4000 franchi al figlio di Niceforo Niepce.

—

II.

La dagherrotipia o fotografia sulla piastra. — Le sostanze acceleratrici. — La fotografia sulla carta. — La negativa e la positiva. — I *Cliché*. — La fotografia sul vetro. — Modo di fotografare. — Il collodio. — Applicazioni della fotografia.

Ora passiamo dall'esposizione storica alla teoria.

Nella *dagherrotipia*, ch'è fotografia sul metallo, le imagini si formano alla superfice di una piastra di rame coperta d'argento. Si espone la piastra ai vapori dell'iodio: questi si combinano con l'argento e formano così un leggero strato di ioduro d'argento che è sensibilissimo all'azione dei raggi luminosi. La piastra iodurata vien posta nella camera oscura, e si fa cadere su questa piastra l'imagine formata dalla lente dell'istrumento. La luce, abbiamo già detto, ha la proprietà di decomporre l'ioduro d'argento; quindi le parti della piastra vivamente illuminate, subiscono questa decomposizione, mentre quelle che sono nell'ombra restano intatte.

Tuttavia quando voi ritirate la piastra dalla camera oscura, essa non presenta niuna traccia visibile d'imagine. Per farla comparire, si sottomette la piastra, entro una cassetta chiusa, ai vapori emessi dal mercurio, leggermente riscaldato. Questi vapori vanno a condensarsi solamente sulle parti che furono colpite dalla luce, cioè sulle parti decomposte dello strato di ioduro d'argento. Una vernice rilucente di mercurio, accusa dunque le parti illuminate, e le ombre sono rappresentate dalla superfice stessa della piastra nelle parti non ricoperte dal mercurio. Ma il ioduro d'argento, di cui è ancor pregna la piastra, diverrebbe nero ritornando alla luce e farebbe scomparire il disegno: bisogna quindi sbarazzare la piastra di questo ioduro: perciò la si immerge in una soluzione di

iposolfito di soda, sale che ha la proprietà di sciogliere il ioduro d'argento non alterato dalla luce.

In questo processo per ottenere una prova, occorreva esporre per un buon quarto d'ora la piastra ad una luce vivissima; e poi le prove riuscivano sformate per l'effetto del metallo, e l'imagine si cancellava facilmente per la volatilizzazione lenta del mercurio. A poco a poco l'espe-



100. Daguerre.

rienza riparò a questi difetti e ad altri che non è qui il luogo di accennare.

Nel 1841, il signor Claudet scoprì a Londra che il cloruro d'iodio applicato alla piastra già iodurata, aumenta d'assai la sensibilità in presenza dei raggi luminosi, e diminuisce quindi il tempo che convien tenerla esposta alla luce. Poi furono scoperte altre *sostanze acceleratrici*

ancor più potenti, come il bromo, il bromuro di iodio e l'acido clorico. Con quest' ultimo acido si hanno in solo mezzo secondo eccellenti prove.

Solo allora che si scoprirono le sostanze acceleratrici si poterono fare i ritratti. Prima, l'obbligo di star fermi troppo tempo, non avea permesso d'ottenere che figure contratte e piene di smorfie.



101. Apparato fotografico.

Ad onta di tutte queste riforme ed altre ancora, non si aveva che un solo ritratto per ogni operazione. Come si addivenne a quella moltiplicazione così portentosa, che vi permette oggi di avere centinaia dei vostri ritratti non fermandovi che qualche secondo dinanzi la macchina

Digitized by Google

fotografica? Ciò si ottenne trasportando la fotografia dal metallo alla carta, passando dalla dagherrotipia alla fotografia propriamente detta. Questa splendida modificazione fu scoperta nel 1839 da un dilettante inglese, il signor Fox Talbot; ma la sua diffusione universale non data che dal 1845.

Prima di esporvi il processo pratico della fotografia sulla carta, permetteteci di farvi conoscere il principio generale dell'operazione.

I sali d'argento, che sono naturalmente incolori, quando sono esposti all'azione della luce solare, si decompongono e con ciò anneriscono. Se dunque si pone nel fuoco d'una camera oscura un foglio di carta impregnato di cloruro o di ioduro d'argento, le parti dell'imagine vivamente illuminate anneriscono lo strato d'argento esistente sul foglio di carta, mentre le parti oscure non lo modificano punto. A questo modo si ha un disegno nel quale le parti chiare appariscono in nero e le ombre in bianco: è questa che si dice un' *imagine negativa.* Ora ponete questa sopra un foglio di carta pregno di un sale d'argento, ed esponete il tutto al sole: le parti bianche del disegno lascieranno passare i raggi luminosi, le parti nere li fermeranno. Ne risulterà quindi sulla carta impregnata dal sale d'argento e coperta dalla prova negativa, ne risulterà la prova *positiva* coi chiari e le ombre nel loro posto normale.

Ora possiamo passare al processo pratico.

Per ottenere la *negativa* nella camera oscura, si riceve l'imagine sopra un foglio di carta pregno di ioduro d'argento misto ad un po' d'acido acetico, poi lo si espone al fuoco della camera oscura. In mezzo minuto circa, l'azione chimica è prodotta.

Pure al ritirare il foglio della camera oscura, non vi vedete imagine di sorta. Per farla comparire, si immerge la prova in una soluzione d'acido gallico, la quale forma

un sale nero, *gallato d'argento*, in tutti i punti dove si è formato l'ossido d'argento libero, che sono tutti i punti tocchi dalla luce. Si toglie l'eccesso del sale d'argento non alterato, si lava la prova in una soluzione di iposolfito di soda: ed ecco ottenuta la *negativa.* Questa vien posta sopra un foglio di carta impregnato di cloruro d'argento, indi esposta per 15 a 20 minuti alla luce diffusa del sole: e voi avete in un intervallo di tempo, che varia dalla mezz'ora alle quattr'ore, la vostra bella *imagine positiva* ; solamente, per lo stesso motivo di farla comparire, occorre lavare anche questa allo stesso modo con l'iposolfito di soda.

Con una sola *negativa* potete tirare un numero abbondantissimo di *positive;* perciò la negativa piglia nome di *cliché* che vale stampo, matrice.

Ma la irregolarità della pasta della carta, impediva d'ottenere i contorni netti e precisi. Si scoperse il modo di surrogare alla carta il *vetro*, nel quale i tratti del disegno riescono della precisione più rigorosa. Dovuto al signor Niepce di St. Victor, questo artificio consiste nel formare l'imagine negativa sulla superfice perfettamente uguale di un pezzo di vetro coperto di un leggero strato di albumina liquida, cioè di chiaro d'uovo sciolto nell'acqua. Si lascia seccare questo strato che forma sulla lastra di vetro un intonaco trasparente e pulito. Nota bene che a quest'ultima si avrà avuta la precauzione di aggiungere una piccola quantità di ioduro di potassio Quando si vuole operare, si tuffa la lastra di vetro albuminata, in una dissoluzione di azotato d'argento misto ad un po' d'acido acetico. L'azione dell'ioduro di potassio. sull'azotato d'argento produce una certa quantità di ioduro d'argento: è questo l'agente fotografico, cioè la materia che deve ricevere l'impressione dei raggi luminosi.

La piastra di vetro così acconciata vien posta al fuoco della camera oscura, e tutto il resto dell'operazione se-

gue nel modo già indicato. Non c' è di cangiato che la materia su cui si fissa l'imagine *negativa;* poichè avrete già compreso che sul vetro si fa solo il *cliché* negativo, dal quale si trasportano sulla carta le prove positive. Così non prenderete abbaglio quando sentirete parlare della *fotografia sul vetro*, che è nè più nè meno che il sistema con cui si ottengono ogni giorno i ritratti fotografici sulla carta.

Vi abbiamo parlato di albumina con cui si impiastriccia il vetro. Ma in quest'arte nuova ogni giorno s'introduce nuovi perfezionamenti. Dal 1851, fu sostituita a quella materia un'altra che avrete inteso spesso a nominare, il *collodio:* e' non è altro che cotone in polvere disciolto nell'alcool misto ad etere. Il collodio accelera prodigiosamente l' azione dei raggi luminosi sul vetro: sicchè in 8 o 10 secondi ottenete le prove negative. Potete anche ottenere prove istantanee, cioè fissare sulla piastra oggetti che si muovono rapidamente, come le nubi cacciate dal vento, una vettura portata dai cavalli, un battello che fende le onde, le onde stesse del mare.

La fotografia su vetro collodionato è oggi il mezzo quasi universalmente impiegato per ottenere i ritratti, giacchè il collodio permette di operare con celerità prodigiosa.

La fotografia sul vetro fu proposta nel 1847 dal signor Niepce di St. Victor, nipote di quel Niceforo Niepce che creò la fotografia. L'applicazione del collodio all'arte fotografica è dovuta al signor Archer di Londra ed al signor Le Gray di Parigi.

—

Il campo della fotografia non s' arresta alla riproduzione di ritratti e delle vedute, ma estendendosi ogni giorno diviene efficacissimo sussidio alle scienze come alle arti. Giova qui riferire le savie parole che il prof. Bor-

linetto pronunciava recentemente dalla cattedra di chimica a Padova:

«Con la fotografia, l'astronomia prende le imagini dei corpi celesti nelle loro diverse fasi, ne studia la potenza attinica, ed aggiunge così una nuova cognizione sulla loro natura. La meteorologia si vale della fotografia a registrare le variazioni del barometro e del termometro e quelle dell'ago calamitato, per cui ci dispensa da un'assidua osservazione e dall'impegno di altri istrumenti automatici il più delle volte non molto perfetti. La storia naturale approfitta della fotografia nel riprodurre gli oggetti minuti ingranditi dal microscopio, e per l'imagine di enti rari e difficili a trasportarsi, ma de' quali è utile la cognizione nello studio specialmente della mineralogia e della geologia. L'anatomia può colla fotografia avere la rappresentazione di parti dell'organismo, che difficilmente possono conservarsi e ehe per la troppa complicazione e minutezza non possono discgnarsi a mano. Molte volte in questo caso la scienza si appaga di un presso a poco, in causa delle modificazioni continue provate dai pezzi anatomici per le variazioni di temperatura, di luce e di stato igrometrico dell'aria. Ma la fotografia fissa invece per sempre lo stato reale in cui si trovano i corpi in certe condizioni di calore, di luce e di umidità. Un analogo vantaggio può ritrarre la chirurgia. Si è pure fatta la rappresentazione fotografica dei varii tipi della razza umana con tutte le varietà dell'anatomia del corpo sotto le diversi latitudini. L'archeologia può ritrarre grandissimo profitto da quest'arte riproducendo con tutta fedeltà chirografi rari ed importanti, statue, medaglie, e tutti quei monumenti che possono spargere grandissima luce sulla storia. La gedeosia e l'arte militare possono impiegare la fotografia nel rilievo de'piani delle fortificazioni o di un campo nemico dall'alto di un aerostata. Le spedizioni militari in paesi lontani, sarà bene che quindi innanzi siano accompagnate

da un certo numero di fotografi. Il Generale di Montauban, in un suo rapporto sopra il paese di Pekino, esprimeva il dispiacere di non aver avuto seco lui dei fotografi per fissare le imagini delle meraviglie che riempivano il palazzo d'estate dell'imperatore di China, meraviglie che vennero dopo distrutte dalle fiamme.

« Qual avvenire non è riservato alla fotografia quando sarà passata definitivamente nel dominio della litografia?

« L'illustre defunto prof. Trettennero mi diceva un giorno, parlando della fotografia, che sarebbe venuto un tempo in cui quest'arte s'insegnerebbe nelle scuole come s'insegna attualmente il disegno. Io non dubito punto che deva avverarsi il detto del celebre astronomo. »

LO STEREOSCOPIO

Che cos'è vedere? — La sovrapposizione delle due imagini. — Come fanno a vedere i guerci ed i monocoli. — Stereoscopio a specchi di Wheatstone. — Stereoscopio a rifrazione di Brewster. — Rivendicazione della stereoscopia in onore dell'italiano Chimenti.

Quando avete scartabellato uno o due o tre album fotografici, il vostro più gran divertimento è senza dubbio di avvicinarvi agli occhi uno stereoscopio per ammirare una bella veduta o un quadro o un ritratto. E voi vi sarete certamente chiesti più d'una volta: come mai quelle due figure non ne fanno che una sola?

La vostra sorpresa crescerà ancora quando io vi dirò che lo stesso fenomeno di due vedute che ne divengono una sola dinanzi ai vostri occhi, vi succede tutti i giorni, tutti i momenti, tutte le volte che guardate qualunque cosa. Vi pare impossibile, eh? non ve ne siete mai accorte? Lo credo anch'io. Nessuno pensa alle cose comuni nè crede necessario di rendersene conto; e molte brave persone che sanno la loro storia greca o la loro geografia a menadito, si troverebbero ben imbarazzate a rispondere alle domande più semplici: che cos'è mangiare? che cos'è bere? che cos'è vedere? Un altro giorno vi racconterò che operazioni fate mangiando e bevendo, ora vi dirò qualche cosa sul vedere.

Siccome avete due occhi, e a certa distanza l'uno dall'altro, voi non vedete mai un oggetto in una volta sola, in un modo, ma ricevete due impressioni distinte, due imagini dello stesso oggetto; poichè ciascun occhio riceve un'impressione diversa. L'occhio destro vede certi punti

dell'oggetto che non sono veduti dal sinistro, e viceversa; però queste due percezioni differenti si fondono, si collegano, con una rapidità tale, causata dall'abitudine, che non abbiamo il tempo di accorgerci della differenza. Il fondo del nostro occhio è qualche cosa di simile al fondo della camera oscura su cui si forma l'imagine degli oggetti esterni; ma i nostri due occhi non sono posti esattamente nello stesso modo rispetto all'oggetto che consideriamo; perciò le imagini prodotte nell'interno di ciascuno di questi organi visuali, non sono identicamente uguali, l'uno è più esteso dell'altro, o più colorito, ecc. Le due imagini dissimili si confondono in un attimo: nel confondersi si completano a vicenda e formano una sola imagine conforme all'imagine considerata, presentando ciò che si dice il rilievo esistente nella natura. È uno sforzo della nostra intelligenza, sforzo che facciamo realmente, ma senza addarcene, per l'abitudine presa dagli occhi fin dall'infanzia. E cotesto sforzo ci dà il senso del rilievo.

Nel guardare un oggetto, una imagine di esso si forma sulla retina dell'occhio destro e un'altra sulla retina dell'occhio sinistro: la nostra intelligenza, divenuta abitudine, combina le due imagini dissimili: ecco ottenuta la sensazione del rilievo: — abbiamo veduto!

Voi mi farete adesso un'obbiezione, ch'è venuta in mente già a molti altri. Se ci vogliono queste due operazioni dei due occhi per vedere, com'è che i monocoli, che i guerci percepiscono i rilievi, apprezzano le distanze e gli effetti di prospettiva a un bel circa come quelli che godono di tutti due gli occhi? In questo caso, mie onorevoli interpellanti, bisogna tener conto prima di tutto dell'esercizio degli altri sensi e di una lunga abitudine.

E poi, badate bene che quando un individuo privato di un occhio guarda un oggetto lontano, la direzione del suo sguardo, la posizione della sua testa variano continuamente senza ch'e' se n'accorga; il suo sforzo è doppio





102. Imagini stereoscopiche.

Digitized by Google

del nostro; egli cerca istintivamente di ottenere sulla sua unica retina diverse imagini destinate a supplire alle due imagini naturali delle due retine. Questo movimento è per altro tanto rapido che la seconda imagine si forma innanzi della scomparsa della prima, e dalla loro esistenza simultanea risulta la estimazione della distanza con la percezione del rilievo.

La invenzione moderna dello stereoscopio non è che una applicazione di questa teoria delle due imagini necessarie a formare il rilievo; e viceversa poi lo stereoscopio è una nuova riprova delle verità di questa teoria.

Già Euclide e Galieno conoscevano questo fatto: che l'accoppiamento delle due imagini dissimili ricevute nei due occhi dà la sensazione del rilievo.

Giambattista Porta, quel nostro fisico di cui ci occorre incontrare il nome fra i precursori di ogni grande scoperta, il Gassendi, e più di recente il signor Harris e il dottor Smith aveano idee abbastanza precise sul soggetto che ci occupa.

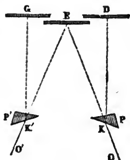
Un dotto fisico di Nancy, il signor di Haldat, occupandosi molto dei fenomeni della vista, fu il primo a studiare sperimentalmente gli effetti della visione simultanea di due oggetti di forma e colore dissimili. Il signor di Haldat non avea più che un passo a fare per costruire lo stereoscopio; ma si lasciò precedere da un illustre fisico inglese, il signor *Wheatstone.*

Il 25 giugno 1838 lo *stereoscopio a specchi* di Wheatstone faceva la sua prima comparsa dinanzi alla Società reale di scienze e lettere a Londra. In questo istrumento si produceva l'effetto del rilievo facendo coincidere due imagini quasi simili, con la loro mutua riflessione sopra specchi piani convenientemente posti.

Lo stereoscopio Wheatstone era già caduto nell'oblio, come un balocco, quando *sir David Brewster* costrusse il suo. Ed anche questo avrebbe subita la medesima sorte

senza un viaggio che il fisico scozzese fece nel 1850 a Parigi. Questa città, che incontestabilmente è la distributrice della gloria e della fortuna, divenne entusiasta dei deliziosi effetti dell'invenzione del signor Brewster. Lo stereoscopio fu popolare in Francia un anno prima che attirasse l'attenzione dell'Inghilterra, più intenta alle invenzioni utili che alle piacevoli. L'esposizione universale del 1851 consacrò il successo; e da allora si calcola che fu venduto più di mezzo milione di stereoscopii. Il gentile istrumento, di cui vedete qui presso la figura, è divenuto una suppellettile indispensabile in ogni casa, mentre è uno dei più onesti e piacevoli divertimenti.

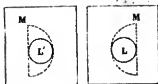
Lasciate che ve ne spieghi la teoria, con la scorta della figura 103. Siano G e D due imagini quasi simili di uno stesso oggetto, come sono vedute per l'una dall'occhio destro e per l'altra dall'occhio sinistro. Consideriamo due punti G e D di queste imagini e poniamo due prismi di vetro trasparente P' P sul tragitto dei raggi luminosi di que' due punti. I raggi, traversando i due prismi, si rifrangono (perciò lo stereoscopio di Brewster dicesi *stereoscopio a rifrazione*) e giungono agli occhi di chi guarda seguendo la direzione K' O' e K O. Ma allora, l'occhio crede vederli partire da un punto unico E, punto d'intersezione delle due linee O' K' e O K. Di modo che se l'angolo dei due prismi e la loro distanza dalle imagini G e D sono ben determinate, le due imagini si congiungono in E e ci danno la sensazione del rilievo.



103.

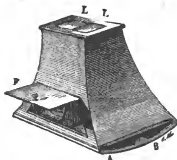
Per rispondere a questa condizione, i due prismi devono essere rigorosamente uguali e deviare i raggi della stessa quantità. Sir David Brewster risolse tale problema; ed è questa forse la parte che a lui spetta nell'invenzione dello

stereoscopio. Egli sostituì ai due prismi le due metà M M (fig. 104) di una stessa lente biconvessa nella quale si tagliano due nuove lenti simetriche L' L che si pongono alle estremità dei due tubi.



104.

Mi resta a descrivervi lo stereoscopio stesso. Come vedete nella figura 105, esso è una semplice scatola: in una delle sue pareti fu praticata un'apertura che si chiude dalla finestra mobile F. L'interno di questa finestra è coperta di stagno e forma una specie di riflettore. Si introducono i disegni pel foro A B. I due tubi L L racchiudono le lenti prismatiche, e queste si spingono a piacere innanzi e indietro, per adattarle alle viste differenti, come si fa di qualunque cannocchiale. Le lenti prismatiche, oltre al deviare e sovraporre le imagini, hanno anche la proprietà di amplificarle: altro vantaggio che lo stereoscopio di Brewster ha sopra quello di Wheatstone.



105. Stereoscopio.

Finalmente il disegno 102 (a pag. 217) può darvi un'idea delle *imagini stereoscopiche*. Son due vedute del medesimo paesaggio, che differiscono pochissimo l'una dall'altra. Esse rappresentano quest'oggetto, come l'osservatore lo vedrebbe guardandolo alternatamente con l'occhio destro e con l'occhio sinistro. Poste nello stereoscopio, si riuniscono sulla retina in una imagine unica, grazie alle due lenti, e ci danno così l'effetto del rilievo.

E come si ottengono queste doppie imagini? Con la fotografia. Si prendono successivamente alla stessa distanza e sotto angoli uguali di alcuni gradi a destra e di alcuni gradi a sinistra, con una stessa camera oscura, due ima-

gini dell'oggetto scelto, sia paesaggio, monumento, bassorilievo, statua, ritratto. Le imagini fotografiche, ottenute con la massima facilità sul metallo e sulla carta, producono nello stereoscopio magici effetti che hanno aperto una nuova èra all'applicazione della fotografia.

—

Come poscritto, ci sia permesso accennare ad una rivendicazione italiana di questa scoperta, e che viene avanzato con molta imparzialità da stranieri. È da qualche po' di tempo che in Inghilterra si agita cotesta questione: lo stereoscopio è esso una nuova invenzione, dovuta al genio di Wheatstone, ovvero questi altro non è che un plagiario volontario dei dotti del secolo XVII? E la discussione si fonda sui seguenti fatti:

Sul principio del secolo XVII, viveva in Firenze un riputatissimo pittore, meno conosciuto, è vero, degli altri grandi maestri italiani, ma che non pertanto ha lasciato parecchi bellissimi quadri nelle chiese della capitale toscana.

Egli si chiamava Jacopo Chimenti da Empoli, e morì nel 1640. Circa due anni fa, un viaggiatore inglese, dottore John Brown, ebbe la ventura di potere esaminare una collezione di disegni originali di questo artista, e, con sua grande sorpresa, trovò fra essi certi soggetti ripetuti due volte, uno accanto all'altro in guisa da rammentare le prove stereoscopiche, la cui combinazione produce l'effetto del rilievo. Colpito da questa analogia il nostro viaggiatore pose queste prove in uno stereoscopio e ottenne diffatti l'effetto aspettato.

Avrebbe il Chimenti conosciuta la stereoscopia?

Que' disegni, riprodotti fotograficamente, furono mandati a parecchi dotti, e fra gli altri al professore Emerson dell'università di Troy negli Stati-Uniti. Questi nella sua relazione emise l'opinione che questi disegni non siano se

non un mero accidente, e che probabilmente Chimenti li aveva dati a copiare a qualche suo allievo, la qual cosa spiegherebbe la ripetizione di ciascuno di essi accanto all'originale. Il prof. Emerson così termina la sua relazione:

« Si faccia un abbozzo colla penna, se ne faccia accanto una copia quanto è possibile esatta; senza tuttavia prendere le misure, si mettano quindi questi due disegni in uno stereoscopio, e si otterrà l'effetto prodotto dai disegni Chimenti ».

Il celebre ottico sir David Brewster, che è ben autorevole nella materia, giacchè egli perfezionò lo stereoscopio, non è dello stesso parere: egli considera quei disegni come una prova convincente che la stereoscopia fosse conosciuta nel XVII secolo. E primieramente, domanda: ha il professore Emerson eseguito un doppio schizzo nel modo che ha detto, e l'ha provato con successo nello stereoscopio? ovvero, ha egli mai fatta una copia esatta dei disegni di Chimenti?

Nè sir David Brewster si è contentato di emettere dei dubbi sull'opinione del signor Emerson; sibbene si è recato alla scuola di Belle Arti ad Edimburgo, e si rivolse ad uno dei professori, pregandolo di fare eseguire dai suoi allievi qualche copia dei disegni del maestro italiano. Di sei copie così ottenute, neanche una sola offrì il rilievo posto nello stereoscopio.

Non è dunque ammissibile che gli allievi di Chimenti abbiano copiato gli abbozzi del loro maestro accanto agli originali; ed il dotto ottico sfida il professore americano ad ottenere un risultato soddisfacente su cento copie di schizzi fatti da differenti persone, imperocchè, secondo lui, a questo modo non si avranno che cose approssimative, non rilievi tanto esatti quanto quelli ottenuti dai disegni di Chimenti.

Ora, perchè mai un artista di vaglia come Chimenti si sarebbe divertito a fare una figura di così poco momento

come quella di un uomo seduto, con un compasso nella destra e uno spago nella sinistra; e perchè l'avrebbe ripetuto accanto senza farvi il menomo cambiamento, se non avesse avuto in mira ben altro scopo che quello di fare un semplice schizzo? Finalmente il nostro autore cita un fatto importante, ed è che il prof. Archer, direttore del museo industriale di Scozia, ha di fresco veduto in Liverpool un istrumento rassomigliante ad uno stereoscopio, con appostavi la data del 1670, e supposto di origine italiana. Questo fatto, congiunto alla circostanza che i disegni di Chimenti furono eseguiti verso l'anno 1620, epoca nella quale Giovanni Battista Porta aveva richiamato l'attenzione dei dotti sul fatto della visione binoculare, milita per fermo in favore dell'opinione che la stereoscopia fosse conosciuta in Italia nel secolo XVII.

IL TELAJO JACQUARD

I primi vestiti. — Dame che filavano. — Dante e Aleardi. — I fili della catena e la trama. — La spola o navetta. — Lettore, tessitore e tiratore. — La compassione diventa invenzione. — L'operaio Jacquard. — Il cilindro di Vaucauson e i cartoni di Jacquard.

L'uomo destinato a vivere nei climi più svariati, tanto nei paesi tropicali quanto nelle zone glaciali, dovette pensare ben presto a provvedersi di vesti che lo riparassero tanto dai cocenti ardori dei raggi solari, quanto dall'umidità, e dai rigori del freddo.

Le prime sue vesti furono molto probabilmente le pelli delle belve uccise in propria difesa; ma col costituirsi della società, si fecero strada le usanze meno feroci, si attese alla pastorizia, si ebbero mandre di cui la carne serviva a nutrirsi e le pelli a coprirsi; e col progredire della civiltà si pensò di adoperare a tale scopo le lane che ricoprivano quelle pelli, i cui fiocchi intrecciati formarono dei grossi fili ed i primi tessuti. Ogni famiglia lavorava in casa la lana delle proprie pecore e con esse foggiavansi tessuti grossolani. L'operazione del filare la lana era considerata come dovere d'ogni moglie, come obbligo d'ogni madre, e le gran dame non isdegnavano questo genere di lavori, come lo prova Dante, dove loda i costumi delle antiche gentildonne fiorentine intente *al fuso ed al pennecchio.*

L'arte d'adoperare la lana per farne tessuti d'ogni genere, andò di mano in mano migliorando e giunse ad alto grado nel medio evo per merito dei cittadini italiani, e

un po' anche dei conventi, sicchè l'Aleardi canta nelle sue *Città Marinare*.

. . . . E' parve
Fin ne' placidi chiostri, accompagnata
Da l'uniforme suon della gualchiera
Più santa la preghiera;
E se invitava a tessere la lana,
Più santa la campana.

Il progresso della civiltà, il lusso ognor crescente diedero mano mano origine a mille generi di tessuti; da quelli



106. Jacquard.

d'un sol colore si passò ai variopinti; si vollero avere tessuti a disegni ed istoriati; ed in conseguenza si resero necces-

sarii grandi perfezionamenti nell'arte della tessitura, il più notevole dei quali è il telaio Jacquard del quale verrem discorrendo.

—

I tessuti che adoperiamo comunemente, come ad esempio la tela, sono formati da fili alternativamente incrociati gli uni sugli altri. Affinchè tale incrociamento succeda con prontezza ed esattezza è necessario che i fili sieno previamente tesi su tutta quanta la lunghezza che dovrà poi avere la stoffa. Questi, che diconsi *fili della catena*, si trovano separati a due a due, per modo che la metà di essi (l'uno sì e l'altro no) si trovi più in alto dell'altra, onde si possa far passare attraverso, mediante la *spola*, un altro filo cui si dà il nome di *trama*.

Ma questa disposizione non basta quando devonsi tessere stoffe operate, ed in ispecie quando queste sieno a diversi colori; allora è mestieri far uso di congegni complicati. In tal caso uncini speciali devono sollevare nell'istante opportuno quei fili della catena che sono indicati dal colore e dalla loro posizione relativamente al disegno che dovrà avere la stoffa; inoltre le *spole* (o, come le dicono i francesi, *navette*, che sono speciali bastoncini di legno) devono essere diverse, e si deve usare or l'una or l'altra di esse a norma del disegno; e per ultimo una trama comune deve unire tutti quanti i fili. Prima dell'invenzione di Jacquard, per tessere le stoffe operate a disegni si richiedevano tre operai, come usasi anco al presente nell'India: uno leggeva il disegno, un secondo tirava i fili, il terzo tesseva, e ciò nel modo che siamo per indicare.

Si rappresentava il modello del disegno, che volevasi riprodurre, sopra un gran quadro diviso in moltissimi quadratini, come nella tavola pitagorica. Le linee orizzontali di questo quadro corrispondevano alla catena del tessuto, le altre alla trama, ed i quadratini rappresentavano i punti formati dall'incrociamento dei fili.

Un segno posto su quel quadro indicava se era necessario alzare od abbassare il filo della catena.

Ciò disposto, il *lettore* si metteva in piedi dinanzi al quadro e comandava la manovra; il *tessitore*, seduto in faccia al telaio, aveva fra le mani una *spola* sulla quale erano disposti i fili dei varii colori che dovevano servire a formare la *trama;* mentre il *tiratore* di fili stava pronto ad alzare o ad abbassare i *fili della catena.* Allora il *lettore,* passando con l'occhio da sinistra a destra sopra una delle linee orizzontali del quadro, ordinava al *tiratore* di sollevare or l'uno or l'altro filo, e poi al *tessitore* di gettare la *spola* col tale o col tal altro colore.

Generalmente il posto di *lettore* era affidato a donne, e quello di *tiratore* ad un fanciullo. La vita di quest'ultimo era ben compassionevole, ei passava l'intiera giornata in mezzo ad un labirinto di corde, cui doveva continuamente alzare od abbassare, e tendere ora in un senso ora in un altro, piegando il suo povero corpicciolo nelle posizioni più difficili e più faticose.

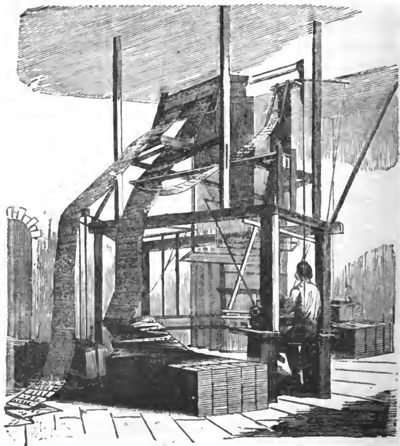
Inspirato da giusta compassione per questi poveri fanciulli, un operaio di Lione, per nome Jacquard, nato colà nel 1752, tentò di migliorarne le sorti, e non solo ei raggiunse pienamente questo scopo, ma perfezionò notevolmente l'arte del tessitore, per guisa tale che il nome di Jacquard è diventato pel popolo quasi il tipo del genio industriale.

Le politiche agitazioni che sconvolsero la Francia sul finire dello scorso secolo e la conseguente crisi manifatturiera; ritardarono l'invenzione che tanto onora questo dabbene operaio. — Onde sperimentare praticamente, quanto egli meditava già da lungo tempo, gli erano necessarii dei sussidii in denaro che difficilmente ottengonsi nei tempi di crisi.

Quando finalmente alcuni generosi cittadini vennero in suo aiuto; Jacquard costrusse il telaio che figurò a Parigi

Digitized by Google

nell'esposizione industriale del 1801; una misera medaglia di bronzo fu il solo premio ch'ei ricevette in ricompensa della sua perseveranza e della sua buona volontà; ma non per questo Jacquard si perdette d'animo ed attese invece



167. Il telaio Jacquard.

seriamente a perfezionare la sua invenzione. Nel Febbraio 1804 il telaio che porta il nome di Jacquard venne premiato a Parigi con la medaglia d'oro e l'inventore ricevette 3000 franchi a titolo di gratificazione.

Digitized by Google

Un decreto di Napoleone dato a Berlino nel 1806 assegnava a Jacquard l'annua pensione di 3000 franchi vita sua durante.

—

Diremo fra breve in che consiste il principio del telaio Jacquard e l'artificio con cui l'inventore, sopprimendo il sistema grossolano e complicato che era in uso prima di lui, potè rendere inutile il triste e pernicioso mestiere di tiratore di fili.

Dobbiamo prima riferire che il celebre meccanico Vaucanson aveva inventata e proposta una macchina che abbreviava di molto la tessitura; ma le corporazioni operaie della città di Lione, fondandosi sui pregiudizii e sui vani timori che il volgo nutriva contro le macchine, eransi opposte vivamente e ne impedirono la diffusione. Del resto essa presentava l'inconveniente di non poter giovare che a disegni molto piccoli, come sarebbero fiori o figure uniformi di piccole dimensioni.

Vaucanson attaccava tutti i fili della catena formante la stoffa, per mezzo d'un occhiello di vetro, ad una funicella sottile, e fissava ogni funicella ad un ago di ferro. Riuniti tutti questi aghi per le loro estremità, venivano a formare una specie di parallelogrammo al disopra del quale era disposto un cilindro delle stesse dimensioni, sul quale erano praticati dei fori regolarmente disposti. Questo cilindro era mobile e girava ad ogni colpo di spola. I fori praticati nel cilindro corrispondevano ai fili della catena, che dovevano essere sollevati per formare il disegno. All'atto del lavoro il cilindro gira, e tutti gli aghi di ferro corrispondenti ai fili della catena spinti ciascuno da una piccola molla, incontrano il pieno od il vuoto del cilindro a seconda che giungono o no in faccia ai fori praticati sul cilindro stesso. Gli aghi che trovano il pieno si arrestano e lasciano in posizione orizzontale i fili da essi sostenuti; gli aghi che trovano il vuoto, penetrano nel cilindro ed obbligano le te-

ste degli uncini che sostengono i fili della catena, a presentarsi alle lame di ferro; e queste lame sollevano i fili col movimento dal basso all'alto che ad essi imprime il tessitore. I fili vengono quindi sollevati grazie ai fori praticati sui cartoni formanti il disegno. Passando allora la spola traverso i fili in parte sollevati ed in parte no, la trama si incrocia con la catena; e ripetendosi i colpi, ecco formata la stoffa coi disegni di cui vuolsi ornarla.

Con questo sistema, tutto il disegno della stoffa doveva essere sviluppato sopra un cilindro. Ma quel cilindro non poteva essere molto grande; quindi il sistema Vaucanson, non si prestava che a disegni di mediocri proporzioni. Questo era il difetto, e il merito di Jaquard fu di avervi egregiamente rimediato.

Il bravo operaio di Lione imaginò di sostituire al cilindro, che dovea essere necessariamente limitato, una serie di striscie di cartone che possono estendersi all'infinito. Sulle striscie sono praticati i buchi, in modo analogo a quelli che prima praticavansi sul cilindro; dai buchi si ha una rappresentazione o traduzione del disegno che vuolsi eseguire. Con questa nuova disposizione del telaio, il disegno può essere grande quanto si vuole, poichè il numero dei cartoni che possonsi adoperare è, ripeto, pienamente illimitato.

Questi cartoni che si riuniscono gli uni agli altri si fanno passare sul cilindro, per modo che vadano sempre ad intromettersi fra il cilindro e quegli aghi di ferro che per mezzo di uncini sostengono i fili della catena. Il merito dell'invenzione di Jacquard risiede principalmente nell'introduzione di questi cartoni che sono precisamente il tipo del disegno che dovrà avere la stoffa. Ad ogni colpo di spola corrisponde un diverso cartone; tutti i pezzi di cartone devono seguirsi ordinatamente nel modo anteriormente predisposto; tutti questi pezzi piegati

l'uno sopra l'altro son collocati in una gabbia presso al telaio e ad ogni colpo del tessitore passa un altro pezzo sul cilindro, per poi discendere e formare dall'altra parte un'altra pila di cartoni.

Tutto il resto del lavoro si eseguisce come nell'apparecchio di Vaucanson.

Grazie a quest'ingegnosissima invenzione si potè abolire ovunque l'impiego dei tiratori dei fili; i poveri fanciulli non furono più costretti ad un lavoro che poteva dirsi omicida, e poterono essere impiegati molto più vantaggiosamente in altri lavori senza alcun danno per la loro salute.

Digitized by Google

DEI VARII MEZZI D'ILLUMINAZIONE

I.

Gli alberi resinosi. — I lucignoli antichi. — La capillarità. — Lampade Argand, lampade Carcel e lampade a moderatore.

Quando l'unica occupazione dell'uomo era l'agricoltura o la pastorizia, egli alzavasi col sole e coricavasi al tramonto. La luce dell'astro

« Che mena dritto altrui per ogni calle »

bastava a guidarlo; ma quando incominciarono a nascere le arti e sorsero nuovi bisogni, l'uomo dovette cercare un mezzo per continuare i suoi lavori anche durante la notte, per illuminare la sua capanna.

Il fascio di legna accese con le quali cucinava i suoi cibi gli servì dapprima a rompere le tenebre; ma poi, fatto accorto per mezzo dell'osservazione che alcuni rami d'albero diffondevano abbruciando maggior luce degli altri, diede la preferenza a quei rami, i quali per certo appartenevano a piante resinose. Infatti anco al presente gli alberi resinosi servono alle popolazioni selvagge per lo stesso scopo.

Col progredire della civiltà si conobbero l'olio e la cera. Fino dai tempi antichissimi gl'indiani, gli egiziani, e gli ebrei adoperarono queste sostanze per l'illuminazione; essi fabbricarono lampade nelle quali l'olio ardeva spandendo all'intorno la luce, alla sommità d'un fiocco di cotone immerso in parte in quel liquido. Mano mano che l'olio si consumava, ne saliva dell'altro tra le fibre del cotone

per quella legge fisica che abbiam digià indicata col nome di *capillarità.* Gli scavi praticati in mezzo alle rovine d'antiche città fecero conoscere le molteplici forme che i Greci ed i Romani davano alle loro lampade.

Il sego non fu usato per l'illuminazione che in tempi a noi più vicini; le candele fatte con questa sostanza si adoperarono per la prima volta in Inghilterra nel dodicesimo secolo, e di là si diffusero sul continente europeo.

108. Lampada a serbatoio superiore.

In onta ai grandi progressi che dopo il medio evo fecero le arti e le scienze, l'illuminazione era rimasta stazionaria. Sul finire dello scorso secolo occorrevano ancora gli stessi modelli di lampade e di lucignoli come nei primi tempi della civiltà; Galileo, Keplero e Newton adoperarono durante i loro studii notturni lampade ben poco diverse da quelle usate da Pitagora, da Tolomeo e da Archimede.

Nel 1780 un fisico ginevrino per nome Argand, trovò conveniente di dare ai lucignoli di cotone la forma circolare e pensò inoltre di circondare la fiamma con un tubo circolare di vetro.

Il lucignolo, che ha la forma di un cilindro vuoto internamente, venne introdotto nello spazio compreso fra due cilindri concentrici di latta; ed in questo spazio si condusse l'olio; il quale sempre per effetto di capillarità, sale fino alla sommità del lucignolo. La parte superiore del lucignolo, che di poco sormonta i tubi di latta, rimane accesa e diffonde luce all' ingiro.

Con questa ingegnosa disposizione rendevasi perfetta la combustione dell'olio e si otteneva la massima luce in grazia della continua corrente d'aria, che pel calore prodotto dalla fiamma, entrava in gran copia dall'apertura inferiore del tubo di vetro.

Le prime lampade che con questo sistema si costrussero, furono a serbatoio superiore, simili a quella rappresentata dalla figura 108. Questo genere di lampade presentava però un grave inconveniente; il serbatoio contenente l'olio produce inevitabilmente un'ombra, ed una parte della stanza in cui adoperasi questa lampada, deve rimanere oscura. Si fecero molti tentativi per rimediare a siffatto inconveniente, e questi ebbero per risultato l'invenzione d'un altro sistema di lucerne che, dal nome dell'orologiaio parigino che le imaginò nel 1800, sono dette *alla Carcel.*

Il serbatoio dell'olio trovasi alla parte inferiore della lucerna, e quindi non vi ha più alcun oggetto che produca ombra di fianco alla fiamma. Per far salire l'olio sino al lucignolo, Carcel pensò di far andare una piccola pompa premente, mossa da un meccanismo d'orologeria, che, sollevando l'olio in un tubo verticale, lo obblighi a bagnare continuamente il lucignolo. Per mezzo d'una chiave opportunamente disposta, caricavasi la molla del movimento d'orologeria.

Il movimento della pompa fa salire maggior quantità d'olio di quella esattamente richiesta dalla combustione, tuttavia non ne va perduta neppure una goccia, poichè il soprappiù ricade nello stesso serbatoio, donde verrà nuovamente aspirato dalla pompa.

Sebbene la lampada Carcel, che usasi anco al presente, nulla lasci a desiderare quanto a perfezione di meccanismo, pure, essendo d'un prezzo elevato a causa del movimento d'orologeria che la fa agire, non è molto diffusa; lo sono invece, altre lucerne fondate sullo stesso sistema

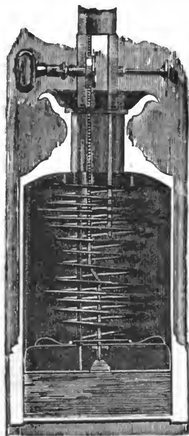
di quelle *Carcel*, ma che presentano minori difficoltà di costruzione, e perciò si possono ottenere con minore spesa.

Nelle *lucerne a moderatore*, chè così son chiamate, si sostituì al meccanismo d'orologeria una semplice spirale metallica che si comprime con apposita chiave. Questa spirale è fissata superiormente alla parte più alta del serbatoio, ed inferiormente ad uno stantuffo di cuoio. Comprimendo la spirale, si innalza lo stantuffo che tende subito dopo ad abbassarsi in virtù dell'elasticità della molla: abbassandosi, preme l'olio e lo obbliga a salire lungo un tubetto verticale che giunge fino al lucignolo. Ma, di mano in mano che lo stantuffo si abbassa, l'elasticità della molla diminuisce, e aumenta l'altezza a cui l'olio dev'essere innalzato. Entrambe queste cause contribuiscono a diminuire progressivamente la forza con cui l'olio sale fino al lucignolo. Si rimedia a tale inconveniente mediante l'ingegnosa disposizione di cui ora parleremo, che serve a *moderare* la salita dell'olio e che diede il nome alla lampada.

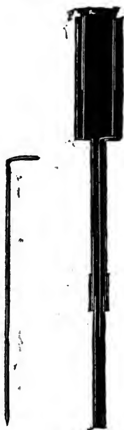
Il tubo che vedesi rappresentato in grandi dimensioni nella fig. 110, traverso il quale monta l'olio, contiene nel suo interno una verga metallica inferiormente fissata allo stantuffo, che perciò lo segue nella sua discesa. Appena caricata la lampada, lo stantuffo è in alto, e quella verga occupa tutta la lunghezza del tubo percorso dall'olio; quella verga oppone adunque un ostacolo al passaggio dell'olio: perciò è poca la quantità d'olio che sale; ma di mano in mano che lo stantuffo discende, discende anco la verga lasciando libero nell'interno del tubo uno spazio che diviene ognor più grande e permette quindi con maggior facilità la salita dell'olio. Or dunque, quando la molla ha poca forza per premere sull'olio e farlo salire, il tubo d'ascensione è libero e il movimento dell'olio si effettua in esso senza incontrare ostacoli, mentre l'oppo-

sto ha luogo quando la molla agisce sul principio con la massima forza.

Per caricare la molla si gira la chiave che vedesi sulla sinistra del nostro disegno (fig. 109): in tal modo si solleva lo stantuffo, e la molla resta compressa e alla sua



109. Lampada a moderatore.



110. Verghetta e tubo del moderatore.

volta comprime l'olio. Il bottone che vedesi sulla destra, di fronte alla chiave, è munito d'una piccola ruota dentata che ingrana nei denti d'un'asta pure dentata, col cui mezzo il lucignolo si innalza o si abbassa.

Digitized by Google

II.

STORIA DELL'ILLUMINAZIONE A GAS.

L'illuminazione a gas è d'origine moderna; essa data appena dal principio del nostro secolo. Sebbene fosse sulle prime combattuta, sorte comune alle grandi invenzioni, pure non si tardò molto a riconoscerne ovunque gli immensi benefici: videsi per suo merito trasformarsi nel miglior modo l'aspetto notturno delle città ed aumentare le condizioni di buon ordine e di sicurezza. Alla ripugnanza succedette l'entusiasmo: l'uso del gas illuminante andò diffondendosi molto rapidamente: ed oggi sono ben poche le grandi città dei due mondi nelle quali non si veggano sorgere vaste officine specialmente consacrate alla fabbricazione di questo gas. — Quanti di voi le hanno visitate, avranno certo ammirato l'ordine e la regolarità con cui compiesi una serie di delicate operazioni mediante svariati ed ingegnosi apparecchi.

Tutti i corpi organici, animali o vegetali, sviluppano, quando sieno abbruciati, gas e vapori; alcuni dei quali possono servire alla produzione di luce artificiale. Per ottenerli, si riscaldano le sostanze organiche in vasi chiusi, nel cui interno si generano i gas. Possonsi impiegare a tale scopo anco gli antichi avanzi di animali o vegetali che si riscontrano sotterra, avanzi che colà si trovano sepolti in causa delle rivoluzioni, dei cataclismi, che squarciando a più riprese la corteccia del nostro pianeta aprirono in più siti profonde voragini nelle quali rimasero sepolti e animali e piante. Le torbe, le ligniti, gli schisti bituminosi, le varie qualità di carbone fossile che troviamo sotterra, e che servono di alimento a quasi tutte le industrie ed anco a quella che ora ci occupa, riconoscono da quei cataclismi la loro origine.

Passarono generazioni e generazioni senza che alcuno pensasse a trar partito dai gas, che si producono riscaldando, come dicemmo, queste sostanze in vasi chiusi. Primo a fissare la sua attenzione sopra questo fenomeno, fu un ingegnere francese per nome Lebon. Ideò costui nel 1789 un apparecchio dal quale sviluppavansi ad un tempo calore e luce, per cui venne detto *termolampada;* per servirsene si collocavano i pezzi di legno in una cassa metallica che ben chiusa si esponeva ad alta temperatura. Allora decomponevasi il legno producendo gas infiammabili, sostanze empireumatiche ed aceto. Non tutto il legno veniva consunto; una parte di esso, che si estraeva purificata dall'apparecchio, potevasi poi adoperare utilmente nell'economia domestica per ottenerne un buon riscaldamento senza il menomo fumo.

Lebon studiò a fondo la questione: indicò in qual modo si avrebbe ottenuto dal legno l'acido pirolegnoso, con quali mezzi sarebbonsi purificati i gas infiammabili, ed annunciò inoltre la possibilità di portare questi gas a distanze mediante tubi sotterranei: il che avrebbe permesso di servirsene nell'illuminazione e nel riscaldamento sì pubblico come privato. — Ma il gas ottenuto da Lebon spandeva poca luce e diffondeva tutt'intorno un odore nauseante; il pubblico non incoraggiò menomamente le sue ricerche, ed il pover uomo profuse inutilmente tutte le sue sostanze nelle varie esperienze che dovevano preparare una splendida serie di trionfi ai suoi successori. Invano egli illuminò, col gas ottenuto dal carbon fossile, tanto la casa da lui abitata a Parigi, quanto il giardino. L'odore poco piacevole ed i prodotti nocivi che ne esalavano, impressionavano il pubblico troppo vivamente, e lo sventurato Lebon rovinatosi completamente morì ignorato.

Nel 1792 un ingegnere inglese, Murdoch, che aveva avuto contezza degli studii fatti da Lebon a Parigi, volle farne in Londra pubblici esperimenti che sortirono esito

felice. Dieci anni dopo, lo stesso Murdoch fondava una grande officina per illuminare a gas i vasti opifici di Watt e Bulton a Soho, presso a Birmingham, per la costruzione delle macchine a vapore. I brillanti risultati ottenuti da questo sistema d'illuminazione, prima d'allora tanto contestati, richiamarono su quest'importante argomento l'attenzione del pubblico.

Nel 1813 fondavasi in Londra una Compagnia per illuminare a gas quella vasta metropoli. Le tendenze industriali dell'Inghilterra favorirono il rapido sviluppo della nuova industria.

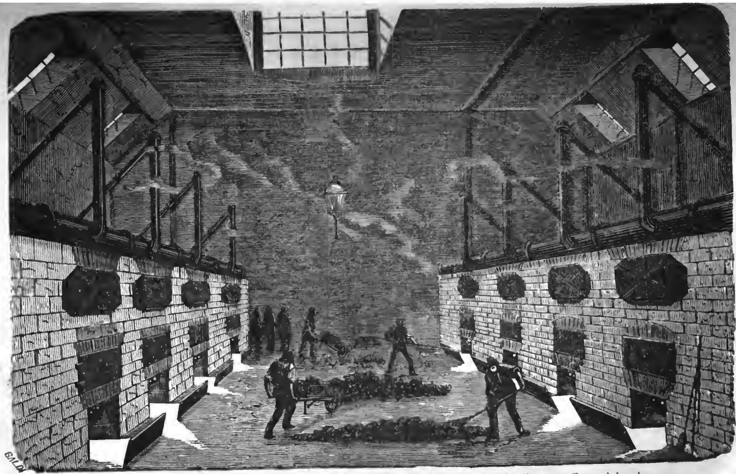
La prima fabbrica francese di gas illuminante venne fondata a Parigi nel 1820 per cura del Governo. Essa serviva quasi esclusivamente ad illuminare il palazzo del Lussemburgo, e venne chiusa dopo dodici anni di vita stentata. Ma due anni dopo, sorsero per opera di privati due officine per illuminare la capitale della Francia; ben presto vennero a far concorrenza altre società, le quali poi unitesi nel 1850 formano ora una compagnia sola dotata di grandissimi mezzi. Essa adempie molto lodevolmente ai suoi impegni, per cui il sistema d'illuminazione ora in uso a Parigi, può essere proposto a modello ad ogni città.

In Italia, la prima città che adottò il gas, se siamo bene informati, fu Venezia.

III.

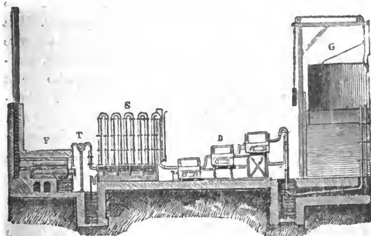
Come si fabbrica il gas e come si distribuisce. — Le materie del carbon fossile. — L'idrogeno solforato e l'idrogeno bicarbonato. — Il bariletto, il depuratore e il gasometro. — I tubi del gas. — I rubinetti. — Pericoli e modi di evitarli. — Il gas portatile. — L'idrogeno puro dà poca luce. — Le particelle carbonose. — Esperimenti.

Per ricavare il gas dai carboni fossili si empiono di questi apposite storte di terra o di metallo, collocate in una fornace di mattoni (vedi fig. 111) che poi si riscalda forte-



111. Preparazione del gas per l'illuminazione. Decomposizione del carbon fossile per effetto del calore.

mente. Le materie costituenti il carbon fossile si separano per effetto del calorico, esse producono: catrame, olii empireumatici, sali ammoniacali, e varii gas, nei quali predomina l'idrogeno combinato chimicamente al carbonio ed allo solfo; questa seconda combinazione, che chiamasi idrogeno solforato, spande quell'ingrato odore che esala dalle uova fracide e dai cessi. Il gas così ottenuto ha debole potere illuminante, ed inoltre non potrebbe essere adoperato senza produrre gravi danni igienici in causa di certe sostanze



112.

in esso contenute, che esercitano sinistri effetti sull'organismo; devesi quindi purificarlo, conservando il solo idrogeno bicarbonato, che preso isolatamente ha molto maggior potere illuminante, e non è nocivo alla salute. A tale scopo un tubo esce da ciascuna storta, ed i gas dopo aver traversati questi tubi giungono in una cassa di metallo in parte ripiena d'acqua; a questa cassa si dà il nome di *bariletto.* Quei gas trascinano seco sali metallici e catrame in tenuissime particelle; i primi si sciolgono nell'acqua ed il secondo si raffredda e si condensa. Poscia si fa passare il gas in un secondo recipiente chia-

mato *depuratore*, nel cui interno sono disposti varii strati di calce in polvere bagnata con acqua. Passando traverso ad essi il gas vi deposita l'acido carbonico o l'idrogeno solforato, i quali combinansi con la calce; il gas ne esce purificato, per poi passare in un ampio serbatoio detto *gasometro*, composto di due parti distinte: il bacino contenente acqua, e la campana sovrapposta nella quale si conserva il gas. Il bacino, scavato nel terreno, è rivestito d'un intonaco impermeabile all'acqua; la campana, è formata di robusti pezzi di lamiera di ferro inchiodati l'uno sull'altro, e ricoperti d'un denso strato di catrame. Una catena fermata sulla parte superiore della campana scorre su due pulegge e porta un peso alla sua estremità. Questo peso deve all'incirca fare equilibrio con quello della campana, sicchè quest'ultima può innalzarsi od abbassarsi con grande facilità; ed il gas in essa contenuto non sopporta una pressione troppo forte, che potrebbe essere funesta producendo perdite ossia *fughe* di gas ed influire anco svantaggiosamente sulla produzione del gas nelle storte.

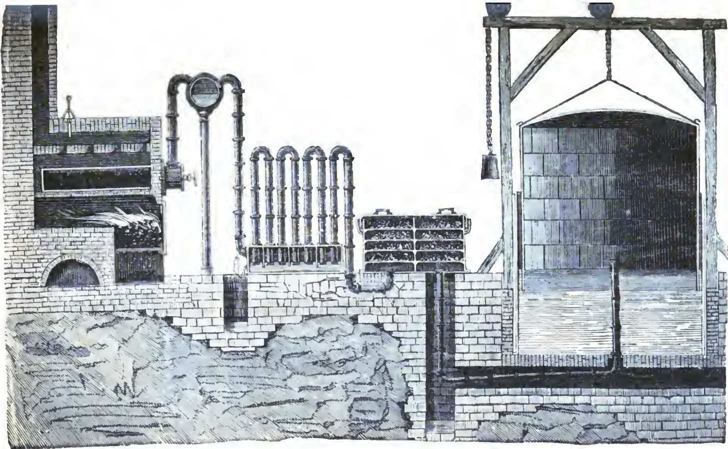
La figura 112 vi rappresenta in sezione gli apparecchi di cui abbiamo parlato. F è il forno contenente le storte piene di carbon fossile, che, circondate in ogni parte dalla fiamma, si riscaldano ben presto ad alta temperatura. Il gas che si va producendo in esse, passa pel tubo T nel *bariletto* B; in questo passaggio il gas si libera dalle sostanze solubili nell'acqua in esso contenute, o deposita il catrame che tosto si condensa. Uscendo dal bariletto, il gas traversa una serie di tubi di ferro, S, immersi inferiormente nell'acqua ed esposti all'aria allo scopo di raffreddare il gas, che nell'uscire dalle storte è caldissimo; poscia esso passa traverso i *depuratori* D ove compiesi la sua purificazione; e da qui giunge finalmente nel *gasometro* G.

La figura 113, disegnata in scala più grande, mostra con maggior chiarezza il complesso delle operazioni che

si fanno sul carbon fossile per ricavarne il gas illuminante: dalla decomposizione del carbone pel calore fino al suo ingresso nel gasometro, dopo avere attraversata l'acqua fredda e la calce.

Si adattano al gasometro ampii tubi di ferro fuso, che, ramificandosi, traversano le città in tutti i sensi; tubi minori di piombo, saldati sui primi, portano il gas nell'interno delle case; e da questi diramansi altri tubi secondarii che conducono il gas in un piccolo cilindro cavo nel quale son praticati dei forellini od una fessura. Da qui uscendo, il gas spande la più viva luce, tosto che gli accostate una fiamma. Appositi robinetti applicati ai tubi in vicinanza al sito in cui arde la fiamma servono a sopprimere la comunicazione col tubo principale, non solo per evitare una perdita inutile di gas, ma anco per garantirsi da danni ben maggiori. Lasciando aperto il robinetto quando non arde la fiamma, il gas ne escirebbe continuamente, e si diffonderebbe nell'appartamento; se allora si accendesse un lume, questo basterebbe ad infiammare il gas e produrre tosto uno scoppio violento, capace di rovesciare le pareti delle stanze. Ma rassicuratevi, tali disastri non possono succedere purchè si usi la necessaria prudenza. Anco nel caso che un robinetto rimanga aperto, od una fessura manifestatasi accidentalmente in un tubo lasci sfuggire il gas, questo, diffondendosi per le stanze, spanderebbe un acuto odore causato dai prodotti ammoniacali e solforati che pur sempre rimangono tanto o quanto nel gas dopo subita la depurazione. Quest'odore è un avviso salutare: bisogna affrettarsi ad aprire le finestre per rinnovar l'aria nell'appartamento, e non entrarvi con lumi accesi se non dopo che l'odore sia scomparso.

E che cos'è il *gas portatile*, di cui vedete i lunghi carri per la città? È un gas come tutti gli altri; non è differente la sua fabbricazione; è differente solamente il modo di *portarlo*, come dice il suo titolo. Lo si potrebbe dire



113. Complesso d'operazioni relative alla preparazione del gas illuminante.

Digitized by Google

ugualmente: il gas a buon mercato. Infatti l'introduzione dei tubi sotterranei per la città è una spesa enorme; si pensò al modo di portare il gas a ogni domicilio entro recipienti, come si usa con tutti gli oggetti necessarii alla casa. Ma che razza di recipienti ci vorrebbero! Si pensò anche a diminuire il volume dei recipienti, comprimendo il gas nell'interno dei recipienti medesimi, i quali, collocati nell'interno di grandi carrozzoni, circolano comodamente per la città, soffermandosi alle case dei consumatori per fornire il gas di cui hanno bisogno (vedi la figura 114). Dai recipienti posti sui carri, questo *gas* che ora sapete perchè si chiami *portatile*, passa in recipienti consimili, collocati nell'interno delle case, dai quali finalmente partono le diramazioni speciali degli appartamenti.

Il gas portatile si fabbrica nel modo che abbiamo già indicato; solamente, in luogo d'adoperare carboni fossili a lunga fiamma si fa uso d'uno schisto di Scozia detto *boghead* il quale costa più del carbon fossile ma produce un gas più ricco di luce. Per tal guisa si diminuisce la quantità di gas da trasportare sui carri e quindi diminuiscono le spese di trasporto.

Prima di passare agli altri prodotti del carbon fossile, che oggi si adoperano per l'illuminazione, sarà bene trattenerci alquanto a considerare in generale le fiamme che servono all'illuminazione.

Anco le sostanze solide, adoperate nell'illuminazione, (cera, sego, spermaceti, paraffina) divengono liquide per il calore che emana dal lucignolo acceso. La materia così liquefatta si infiltra per capillarità tra le fibre tessili del lucignolo, precisamente come farebbero gli olii; il liquido si accosta alla fiamma; ed il forte calore lo trasforma tosto in gas ed in vapori, che poi abbruciando sviluppano la fiamma luminosa. — Se volete verificare che questa fiamma è infatti prodotta dai vapori e dai gas che si

sollevano dal lucignolo, non avete a far altro che spegnere la fiamma d'una candela ed introdurre subito dopo un fiammifero acceso nella nubecola biancastra che vedrete sollevarsi dal lucignolo. Quella nubecola è formata appunto da gas e vapori, che riscaldandosi si accendono, e riaccendono quindi anco lo spento lucignolo. — Ogni fiamma di candela rappresenta quasi in miniatura i grandi apparecchi con cui producesi il gas illuminante: con questi grandi apparecchi si ottiene il gas per farlo poi ardere a più miglia di distanza; col lucignolo lo si ottiene direttamente e lo si consuma subito sopra luogo.

Ma non dovete poi credere che la luce prodotta dalla fiamma sia causata dal solo gas; anzi questo, se arde isolatamente, ha ben poca forza illuminante. Le luci artificiali più splendide son tutte dovute a minutissime particelle carbonose nuotanti nell'interno della fiamma, la cui alta temperatura le riscalda tanto da renderle incandescenti; ed una fiamma spande luce tanto più viva quanto più grande è il numero di particelle carbonose incandescenti ch' essa tiene in sospensione. Così, facendo ardere l'idrogeno puro si ottiene una luce assai pallida e quasi invisibile, poichè la sua combustione non produce materie carbonose, mentre facendo ardere l'idrogeno bicarbonato si ha una fiamma assai viva, poichè in essa abbondano le particelle carbonose che rimanendo sospese nella fiamma divengono incandescenti. — E la stessa fiamma d'idrogeno puro può illuminare assai bene, collocando in mezzo ad essa un cilindretto cavo formato d'una reticella di fili di platino; la reticella diventa incandescente pel forte calore e spande all' ingiro splendidissima luce.

Volendo verificare la presenza delle particelle carbonose, basta introdurre per pochi istanti nella fiamma un corpo freddo, come sarebbe ad esempio un pezzo di porcellana. Su questo vedrete subito presentarsi una macchia

nera dovuta a tutte le particelle depositatesi, l'incandescenza delle quali cessò per l'intromissione del corpo freddo il quale arrestò la combustione nell'istante del contatto.

IV.

I RESIDUI DEL CARBON FOSSILE.

Il regno della natura e il regno dell'industria. — La Provvidenza e l'uomo. — Il *coke* o *arso*. — Sale ammoniaco. — Catrame. — Gli asfalti. — Il creosoto. — I colori del carbon fossile. — La benzina scoperta da Faraday. — La benzina e le viole. — Candele di paraffina. — Il cantino. — Progressi della chimica.

Quando, o lettori e lettrici, avete sfogliato un libro di storia naturale, vi sarete certamente meravigliati della ricchezza della natura. In un animale, ogni parte serve a qualche cosa; egli è utile, vivo, e sarà utilissimo, morto: la sua carne è cibo, la sua pelle è vestito, i suoi peli sono lana, e poi troverete modo di giovarvi delle unghie, dei denti, delle ossa, delle budella, del grasso, delle corna, se ne ha. La pianta, dopo avervi ricoverato sotto le sue ombre, dopo che ne avete odorato il fiore, gustato il frutto, vi darà ancora un medicinale, oppure una foglia che date mangiare a un verme produrrà la seta, oppure si lascierà spremere per darvi il vino.

Ebbene, la *storia dell'industria* è altrettanto ricca quanto la *storia della natura*. L'uomo s'è messo ad emulare la Provvidenza. L'uomo ha pensato di non perdere nessuna parte di nessuna cosa. Questi, o signori, son miracoli, ben diversi da quelli che spacciano gl'impostori, e che gl'ignoranti credono. Sono i miracoli dell'opera, dell'ingegno e del pensiero. Vedete! per secoli e secoli le viscere della terra nascosero un tesoro ignorato. Lo si scopre un giorno, e tosto l'uomo se ne impadronisce. Capite bene che vi

parlo del carbon fossile. Il fuoco vivo ch' esso dà, metterà in movimento le macchine delle strade ferrate e dei piroscafi: questa semplice scoperta fa una rivoluzione nel mondo; addio carrozze e diligenze! addio legni a vela! »

Non basta. Si forzerà questo carbon fossile entro una storta, lo si arderà in una fornace, lo si distillerà; ed ecco il gas. Che volete di più? Eppur non è tutto, l'industria va avanti, avanti, e pensa che quegli avanzi di carbon fossile arsi, consumati, abbrustoliti e distillati, da cui è uscito il gas, devono poter produrre qualche cos'altro. Oh! gli arsicci del carbon fossile non devono gettarsi al vento, come non si gettano al vento le ossa dell'animale morto.

Il carbon fossile vi ha dato il gas; e gli avanzi del carbon fossile vi daranno il *coke*, vi daranno il *sale ammoniaco*, vi daranno il *catrame*, vi daranno gli *asfalti*, vi daranno il *creosoto*, vi daranno altri due gas subalterni, la *paraffina* ed il *canfino*, vi daranno perfino dei colori, perfino un profumo, la *benzina!*

Lasciateci parlare un momento di questi prodotti dei residui del carbon fossile, benchè non tutti appartengano all'illuminazione. Saremo brevi.

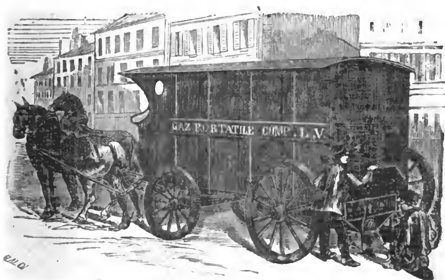
Il più prezioso avanzo che il carbon fossile lascia dopo essere stato distillato, è il *coke*, che si dice *arso* con parola italiana che ne esprima meglio la derivazione. Voi avrete già veduto nelle vostre case, come il *coke* sia utilmente adoperato in qualità di combustibile per la stufa e per la cucina. Esso è utile tanto nelle officine quanto nell'economia domestica, poichè abbrucia senza fumo e svolge una quantità di calorico molto maggiore di quella prodotta da qualsiasi altro combustibile. Il *coke* rappresenta in peso circa tre quarti del carbon fossile distillato.

Le acque adoperate nella purificazione del gas, sciolgono molte sostanze in esso contenute, e così queste acque si caricano di sostanze ammoniacali. Son codeste sostanze, che, isolate coi mezzi chimici, danno in gran copia ed a

prezzo mite il *sale ammoniaco* tanto utile in varie industrie e specialmente come ingrasso nell' agricoltura.

Il catrame depositatosi durante la purificazione del gas fornisce alla sua volta, mediante distillazione, una serie d'olii adoperabili nell'illuminazione e nelle pitture grossolane.

Si adopera inoltre il catrame nella formazione degli *asfalti*, che servono a preservare dall'umido molte costruzioni, e sono adottati anco in varii siti per pavimenti.



.1.. Carro del gas portatile.

Il catrame impastato con minuti frammenti di carbon fossile, che per l'estrema loro piccolezza non potrebbero essere adoperati, fornisce dei panelli (in francese comunemente *briquets*), che danno un eccellente combustibile ancor più stimato del carbon fossile: esso viene adoperato molto vantaggiosamente per le officine e le locomotive delle strade ferrate.

Finalmente, il catrame distillato, fornisce quel liquido detto *creosoto* che serve a garantire i legnami dalla pu-

trefazione: con esso si fanno iniezioni nei traversi di legno delle strade ferrate onde aumentarne la durata. Purificando poi il creosoto, si ottiene quel liquido trasparente che già tutti conoscete col nome di *benzina.* Sulla benzina, scoperta appena da quarant'anni, e sui suoi molteplici vantaggi, ci sarebbe già a quest'ora da fare un volume.

All'esposizione di Londra del 1862 figuravano riuniti per la prima volta i prodotti ricavatisi dai residui della distillazione del gas; e certo più d'una dello nostri gentili lettrici sarebbesi meravigliata vedendo preziose stoffe tinte coi più vivaci colori che possansi imaginare; colori estratti da quella sostanza nero-sporca sulla quale avranno pure gettato talvolta uno sguardo di disprezzo! Dal carbon fossile adunque, possonsi estrarre i colori seguenti: violetto, rosso, azzurro, giallo chiaro, giallo carico, e color di rosa.

Nessuno avrebbe mai pensato di rintracciare materie coloranti nel carbon fossile; ma fu in seguito ad alcune ricerche speculative dei chimici ed in seguito ai loro lavori teorici che si scoprì questo nuovo e vasto orizzonte.

Nel 1823 il celebre chimico inglese Faraday isolò un carburo d'idrogeno nei residui della distillazione del carbon fossile, ma lo stesso Faraday non riconobbe l'utilità della sua scoperta. Alcuni anni dopo, Mitscherlich riescì ad estrarlo con maggior facilità e gli diede il nome di *benzina;* gli ulteriori progressi della chimica industriale permisero di estrarre ancor più economicamente questa sostanza che per la sua proprietà detersiva viene oggidì impiegata frequentemente nell'economia domestica per nettare i panni dallo macchie d'unto o di grasso.

Quando non sia purificata coll'acetato di piombo, la benzina spande un odore disaggradevole; tuttavia la benzina stessa serve oggi ai profumieri in luogo d'altre sostanze usate fino ad ora, che per le loro venefiche proprietà agivano svantaggiosamente sull'economia animale.

Cogliete delle viole, e mettetele in infusione in un vaso contenente benzina: di lì a qualche tempo versatene poche gocce sul vostro fazzoletto; e quel liquido vi depositerà il profumo delle viole. La stessa sostanza che spandeva prima un ingrato odore, diffonderà ora tutto intorno un odore dolce e soave!

Altri carburi d'idrogeno, risultanti dai suddetti residui sono pure diventati l'oggetto di industrie molto attive. La *paraffina* ed il *canfino* si adoperano come è noto nell'illuminazione domestica. — La paraffina è una sostanza bianca e cristallina che fonde alla temperatura di 40 a 50 gradi. Purificatala per mezzo dell'acido solforico, se ne fanno candele d'un bel color bianco e leggermente traslucide che spandono luce molto risplendente; siccome però la paraffina si rammollisce e quindi si fonde alle temperature un po' alte, così non la si adopera isolata; ma la si mescola all'acido stearico al quale essa comunica un po' di diafanità e ne rende più intensa la luce.

Il canfino, che impropriamente dicesi gas liquido; ardendo in apposite lampade, tramanda pure una luce vivissima, paragonabile a quella del vero gas illuminante; però l'uso del canfino non va esente da alcuni inconvenienti, ed esso vuole essere adoperato con cautela, poichè, a differenza degli olii che comunemente si adoperano nelle lampade e che non ardono se non coll'intermediario del lucignolo, il canfino messo a contatto della fiamma si accende con facilità; e la sua accensione può provocare lo scoppio del vaso in cui è contenuto, causando in tal caso non poche disgrazie.

E forse a questi prodotti che si estraggono ora dagli avanzi del carbon fossile se ne aggiungeranno altri non meno importanti; ed è probabile che ulteriori ricerche dei chimici conducano a nuovi ed ancor più splendidi risultati. Da alcuni anni a questa parte la chimica fece tali e tanti progressi, riportò tanti e sì splendidi trionfi che

ci crediamo in diritto di presagirne di nuovi e ancor più splendidi. Trionfi questi che non rimarranno la soddisfazione di pochi eletti, ma che ridonderanno, come già adesso vediamo, a vantaggio delle arti, delle industrie, dell'umanità tutta quanta.

In ragione di tali immensi vantaggi risultanti dallo studio della chimica noi ci crediamo in diritto di raccomandarne calorosamente lo studio ai nostri giovani lettori e confidiamo nella gratitudine di quelli fra loro che vorranno seguire la nostra raccomandazione.

V.

IL PETROLIO O LUCILINA.

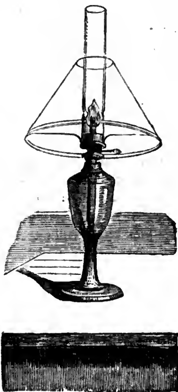
(Sue sorgenti in Pensilvania — Una città che si chiama *Sorgente d'olio*. — Olii volatili. — Varie qualità. — Modo di riconoscere la purezza del petrolio. — Suo odore. — Sua economia).

Voi siete già impazienti, lettori e lettrici, di sentir parlar del *petrolio* e della *lucilina*, le due questioni ardenti (la parola non potrebbe essere più esattamente adoperata) dell'inverno scorso. Infatti il gas è necessario per l'illuminazione delle città, è utile per le botteghe e per le fabbriche, è sfarzoso per le sale dei ricchi; ma i cittadini si tenevano ancora alle lucerne ad olio, quand'ecco vennero in campo i sullodati petrolio e lucilina. E subito fu l'argomento prediletto delle brave padrone di casa, che videro il modo di aver più luce e far più economia.

Ci siamo dunque, signore mie, se avrete pazienza di ascoltarmi.

Questo liquido infiammabile che si chiama *lucilina* o *petrolio* deriva dalla decomposizione di sostanze organiche, vegetali ed animali, sepolte nei cataclismi cosmici ed esposte ad alta temperatura nell'interno della terra.

Questo liquido presenta grande analogia con quello ottenuto artificialmente dalla distillazione dei carboni fossili; a segno tale che attualmente trovasi confuso in commercio il *canfino* prodotto dell'industria umana, col *petrolio* o *lucilina* che nascono da sorgenti proprie elaborate dalla natura nelle sue viscere.



115. Lampada a lucilina.

Gli antichi scrittori fanno cenno di sorgenti di liquidi infiammabili, esistenti nella Persia ove ardevano da anni ed anni, e venivano considerate dagli adoratori del fuoco come la manifestazione più evidente di questa divinità.

Sorgenti di petrolio si trovano in gran numero, ma poco ricche, in Europa e fra noi ad Amiano negli Appennini. Ma la maggior parte si ricava dalle sorgenti scoperte in questi ultimi anni nell'America Settentrionale [1]. Nel 1859 si volle tentare nella Pensilvania la foratura di pozzi onde ricavarne il petrolio, che prima raccoglievasi galleggiante sulla superfice dei laghi; l'esito corrispose all'aspettativa, e la Pensilvania fu invasa da una folla di speculatori più o meno fortunati, che si dedicarono alla ricerca del petrolio; centinaia e centinaia di pozzi furono forati, e molti

[1] Per questo cenno sul petrolio, ci siamo giovati in gran parte di un bel lavoro del prof. Angelo Pavesi, pubblicato or non è molto dalla *Perseveranza* di Milano.

di essi diedero enormi quantità di petrolio. — A mostrarvi quale sviluppo abbia presa la nuova industria in quei paesi, vi diremo che dove ora sorge nel Canadà la città di Oil-Spring (che vuol dire appunto *sorgente d'olio*) con circa 1500 abitanti, trovavasi due anni or sono un' incolta foresta. — Appena aperto un pozzo ad Oil-Spring si ebbe un getto di petrolio alto 6 metri al disopra dell'orificio, dal quale sgorgavano ben 9000 ettolitri al giorno.

Il petrolio che si estrae da quei pozzi ora è liquido ed ora assai denso; in nessun caso però lo si adopera, per farlo ardere, senza prima purificarlo. Questa purificazione si effettua in parte in America sul luogo stesso di produzione ed in parte con apposite raffinerie in Inghilterra, in Francia, ed in Germania. Gli olii volatili che risultano da tale raffinamento sono inetti all'illuminazione ma servono in molti usi industriali come per far vernici, adoperandoli in luogo della trementina a levar macchie, ad estrar grassi dai semi oleosi e dai cascami delle fabbriche ove si utilizzano materie grasse.

Le varie qualità di petrolio vanno distinte a seconda della maggiore o minore leggerezza di cui sono dotate; le più leggere essendo molto volatili sono facilissime ad accendersi, producendo pericolose esplosioni, mentre le più pesanti non presentano simile pericolo. I venditori fraudolenti non vendono soltanto le più pesanti, e perciò si hanno a deplorare di quando in quando le esplosioni, che, diminuendo nel pubblico la fiducia, impedirono la diffusione di questo liquido che pure è per la sua natura così opportuno all'illuminazione.

Se volete conoscere la purezza del petrolio raffinato, mettetene poche gocce in una provetta di vetro e aggiungetevi poi un eguale volume d'acqua bollente. Se si svolgono bolle di gas, che, avvicinate alla fiamma, si accendono, ciò significa che quel petrolio non fu abbastanza purificato o fu falsificato con l'aggiunta di olii volatili.

La luce del petrolio è di gran lunga superiore a quella degli olii comuni, ed è perciò che lo vediamo diffondersi sempre più.

Nelle lampade a petrolio non dev'esservi molta distanza fra la fiamma ed il livello del liquido, non salendo esso molto facilmente, specialmente quando sia denso, su pel lucignolo: ma convien pòr mente nel tempo stesso, che il petrolio mantenuto in gran vicinanza della fiamma si volatilizza in parte e spande ingrato odore all'ingiro. Queste lucerne (v. fig. 115) devono essere costrutte in modo da presentare una doppia corrente d'aria, ossia maggiore di quella richiesta per la combustione degli olii grassi.

Da calcoli fatti, risulta che per noi il rapporto fra la spesa della lucilina e quella del gas sta come 0,76 a 1,26. La lucilina è quindi il mezzo più economico che si conosca finora per la illuminazione.

È naturale perciò che il suo consumo cresca d'anno in anno. Infatti nel 1861 furono esportati dall'America in Europa 37,082 barili di lucilina; nel 1862, il numero di tali barili salì a 362,593; e nel 1863 (calcolando dalle statistiche del primo semetre) l'esportazione dev'essere giunta al numero enorme di 1,137,070 barili, sicchè in tre anni il consumo europeo di lucilina si è quasi quadruplicato. E probabilmente crescerà ancora.

Digitized by Google

GLI OROLOGI

I.

Il sole e le stelle. — Clessidra. — Perfezionata da Clesibio. — Il trionfo di Pompeo. — L'orologio a sabbia. — Orologi solari. — Il gnomone. — I primi orologi sui campanili di Milano. — Quello di Padova. — Galileo e la lampada del duomo di Pisa. — Il pendolo. — Ragioni dell'oscillazione. — Huyghens inventa la molla a spira. — I cronometri.

Quando gli uomini abbandonando la vita selvaggia ed errante incominciarono a costituirsi in società, a formarsi un metodo di vita, non tardarono ad accorgersi che in moltissimi casi sarebbe stato utilissimo poter disporre d'un apparato col cui mezzo misurare il tempo. — Prima di avere appositi istrumenti gli uomini si valsero senza dubbio dell'osservazione del sole e delle stelle. Dal posto occupato durante il giorno dall'astro

Che mena dritto altrui per ogni calle,

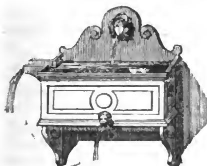
e da qualche stella fra le più brillanti durante la notte, determinavano alla bell'e meglio il tempo trascorso fra due osservazioni successive.

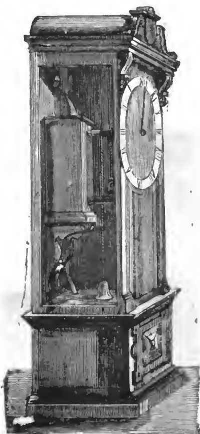
La precisione non era certo il merito di tali osservazioni; ma neppur queste si potevano fare col tempo nuvoloso. Ciò stimolò gli uomini a trovare un altro mezzo più costante per la misura del tempo.

Non sappiamo a chi spetti il merito dell'invenzione dei primi orologi; certo è che sono antichissimi gli orologi ad acqua o, come si dicevano dai greci, *le clessidre*.

Il principio su cui fondasi la costruzione di tali orologi

è il seguente: quantità eguali di liquido fluiscono da un vaso in tempi eguali, purchè il livello dell'acqua nell'interno del vaso, ossia l'altezza dell'acqua in esso contenuta, rimanga invariabile. Ecco dunque che si potrà sempre misurare il tempo, raccogliendo e quindi misurando il volume d'acqua sgorgato dal vaso. — La clessidra semplice di


116. Clessidra semplice.


117. Clessidra perfezionata.

cui vi diamo il disegno, (fig. 116), è una vasca che riceve l'acqua da una fonte o da un serbatoio collocato superiormente; verso il fondo di questa vasca è praticato un picciol foro dal quale fluisce l'acqua, che, misurata con recipienti di nota capacità, fornisce la misura del tempo; onde poi l'acqua si mantenga in essa sempre alla stessa altezza, deve entrarvi una quantità d'acqua maggiore di quella che ne esce, e l'acqua soprabbondante deve avere libero sfogo per un canaletto aperto nella parete superiore. A risparmiare la fatica e l'incomodo di dover misurare di volta in volta il volume d'acqua sgorgato, si pensò di trasmettere il movimento dell'acqua ad un indice

destinato a muoversi circolarmente sopra un quadrante graduato; alla superficie dell'acqua contenuta nel serbatoio sottoposto alla vasca, nuota a tale scopo un galleggiante raccomandato ad un filo che si avvolge intorno all'asse dell'indice; un contrappeso che equilibra esattamente il peso del galleggiante è raccomandato all'altro capo del filo. Quando il liquido di mano in mano salendo fa ascendere il galleggiante, il contrappeso discende e l'indice è obbligato ad un movimento corrispondente. — Narra la storia che dugencinquant' anni prima dell'era volgare, *Ctesibio* d'Alessandria fece costruire una clessidra perfezionata che a quei tempi veniva ammirata e lodata molto. Sembra che questo strumento abbia ricevuto poscia importanti perfezionamenti; poichè quando Pompeo entrò in Roma, 62 anni avanti l'era volgare, trionfante d'Antioco e di Mitridate, il più ammirato fra i molti trofei delle sue vittorie, fu una clessidra perfezionata ch'egli aveva tolta ad un re d'Asia. (fig. 117.)



118. Orologio a sabbia.

Uno strumento pure d'uso antichissimo, destinato alla misura del tempo è l'*orologio a sabbia*, (figura 118) che usano ancora al presente i marinai; esso si compone di due bottiglie di vetro col collo molto stretto, saldate l'una contro l'altra. Una di esse contiene sabbia finissima; capovolgendo lo strumento, la sabbia tendendo al basso passa a poco a poco nell'altro vaso, impiegando a tale scopo un tempo preventivamente determinato, che riesce tanto maggiore quanto più il collo delle bottiglie è sottile e quanta maggior copia di sabbia esse contengono.

Gli antichi, dopo aver fatti rapidi progressi nell'astro-

nomia, trovarono una terza specie di orologi, idearono cioè gli *orologi solari*. Il sole, che aveva servito alle osservazioni primitive, diveniva l'oggetto d'un osservazione ragionata, scientifica. Piantato perpendicolarmente uno *stilo* o *gnomone* sopra una parete piana, l'ombra del gnomone, si osservò, dovea cambiar posto continuamente nella giornata. Il tempo che l'ombra impiegava a passare da un posto all'altro serviva a determinare i varii periodi del giorno; e così si ebbero in certo modo le ore.

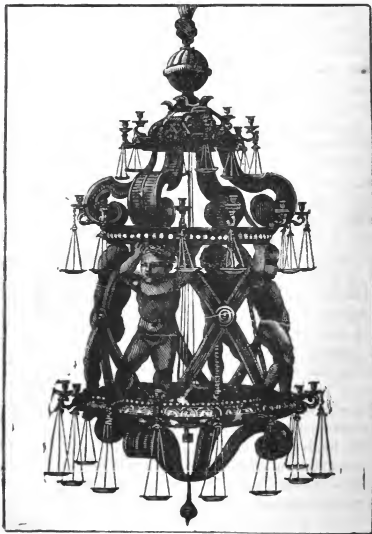
Queste invenzioni erano semplici, ben lontane ancora dal complicato meccanismo che usiamo oggi; eppure, lo credereste? prima che l'Europa invasa dai barbari ed immersa nelle tenebre dell'ignoranza si familiarizzasse con queste invenzioni, scorsero dei secoli parecchi. Nel decimo secolo, la corte di Carlomagno rimaneva stupefatta alla vista d'una clessidra che il califfo Harun-al-Raschid gli inviava in dono. I monaci del medio evo non avevano altra norma per recitare le loro preghiere notturne che l'osservazione delle stelle, ed in molti conventi l'ora della preghiera mattutina era data dal canto del gallo.

Il primo orologio del genere di quelli che si usano anco al presente sulle torri, e di cui faccia menzione la storia, venne collocato nel 1306 sul campanile di S. Eustorgio qui in Milano, come ne fa fede il cronista Galvaneo Fiamma; tale orologio però non suonava le ore, mentre per tale proprietà venne altamente lodato quello fatto porre nel 1328 da Azzo Visconti sulla torre della chiesa di S. Gottardo, come rilevasi dalle cronache del Fiamma suddetto e del Muratori. Nel 1344 Ubertino Carrara signore di Padova fece costruire un orologio veramente ammirabile per quei tempi, che vedesi ancora in quella città nella piazza detta dei Signori, il quale oltre alle ore segna pure il giorno del mese, le fasi della luna, il segno dello zodiaco in cui trovasi il sole, ed altre cose consimili.

Le città italiane andarono a gara nel costruire orologi

Digitized by Google

complicati a indicazioni molteplici; tutti questi ingegnosi apparati non presentavano però precisione sufficiente; si



119. La lampada di Galileo.

sentiva il bisogno di un mezzo atto a regolarne il movimento. — Anche questa non piccola gloria era riserbata al nostro

grande Galileo. Giovane ancora, nel 1582 e quindi all'età di diciott'anni, ei trovavasi nel duomo di Pisa; un sagrestano aveva mossa allora allora una lampada sospesa ad una lunga fune [1]. Questo fatto tanto comune e tanto volgare in apparenza, bastò a fargli concepire una brillantissima idea; ei si accorse che quella lampada per mettersi in quiete dopo l' urto ricevuto, si moveva lungo un breve arco di cerchio percorrendo spazii di mano in mano più piccoli, e con moto di mano in mano più lento, per modo che gli archi diversi erano percorsi tutti in tempi eguali; della qual cosa ei si convinse, paragonando la durata d' una oscillazione della lampada col battere del polso. Traendo profitto di questa osservazione Galileo costruì dei *pendoli* di varia lunghezza e ne studiò attentamente le oscillazioni.

Un *pendolo* (fig. 120) si costruisce ben facilmente, bastando raccomandare un corpo pesante all' estremità d'un filo o d' una verghetta e sospenderne l' altra estremità ad un punto fisso. Allora in virtù del proprio peso, il pendolo piglia la posizione verticale; spostandolo, lo si vede muoversi lungo un arco di cerchio, ed il suo movimento farsi successivamente più tardo. Per qual motivo ei si muove? qual causa lo obbliga poi ad arrestarsi? — Si muove, perchè è attratto verso la terra, come tutti i corpi che diciamo pesanti; ed essendo trattenuto dalla verghetta non può cadere, ma soltanto giungere al punto più basso possibile pur rimanendo vincolato alla detta verghetta. In virtù poi della *legge d'inerzia*, un corpo in movimento non può arrestarsi da sè: e per tal motivo il pendolo, continuando a muoversi, deve salire descrivendo un altro arco di cerchio. Ugualmente l'animale che corre, com-

[1] Nel duomo di Pisa, si conserva religiosamente la lampada a cui la tradizione attribuisce la scoperta dell'oscillazione del pendolo, fatta da Galileo. Ve ne presentiamo il disegno (fig. 119) tolto dalla fotografia.

Digitized by Google

preso l'uomo, non può fermarsi improvvisamente in un punto e fa alcuni passi prima di potersi arrestare. — Ma torno al pendolo. Questo sale, discende e risale: sale per effetto della velocità acquistata nella discesa fino al punto in cui, in virtù del proprio peso, ossia dell'attrazione terrestre, è obbligato a discendere di bel nuovo, per poi risalire dall'altra parte in causa della velocità riacquistata durante la discesa. Questa specie di movimento è detta *oscillazione;* e l'oscillazione continuerà finchè il pendolo non incontri un ostacolo che lo arresti. Ed ei si arresta: perchè l'aria, quel corpo leggerissimo, elastico e così trasparente che sembra quasi non resistere, è pure un corpo che gli oppone un ostacolo: ostacolo consimile, benchè assai minore, a quello che incontra una barca muovendosi in acqua tranquilla. Ad ogni salita e ad ogni discesa, il pendolo deve scacciare l'aria dinanzi a sè per occuparne successivamente il posto; l'urto continuo del pendolo con l'aria spegne a poco a poco la velocità di cui esso è animato; a ciò concorre pure la resistenza od *attrito* che succede nel punto di sospensione fra il filo o la verghetta del pendolo ed il punto fisso. Per queste due ragioni la oscillazione del pendolo (e ciò si può dire di un corpo qualunque che fate oscillare) si rallentano gradatamente, finchè cessano del tutto; e volendo imprimergli di bel nuovo il movimento, occorre un nuovo urto.

Tali considerazioni occuparono lungamente l'attenzione di Galileo che sulle prime non pensò ad applicarne il principio che alla medicina, a cui era inteso. Ei si costruì un pendolo di lunghezza variabile onde averne oscillazioni di maggiore o minor durata (la durata d'un'oscillazione aumenta o diminuisce, secondo l'aumentare od il diminuire della lunghezza del pendolo) e poterle accordare con quelle del polso ed averne quindi un'esatta misura della durata delle pulsazioni. — Molti anni dopo, gli venne in mente che le oscillazioni del pendolo dovean

giovare alla costruzione degli orologi. A lui bastò indicarne teoricamente i vantaggi; ed uno scienziato olandese, Cristiano Huygens, tradusse in atto il suo pensiero. Questo dotto uomo fece poscia un'invenzione di non minore importanza, quella della *molla a spira*, in sostituzione dei pesi che erano in uso fino allora, per mettere in movimento gli orologi. Si poterono quindi costruire orologi da torre molto esatti, orologi da tavolo, ed orologi tascabili.

Nel 1657 Huygens inviò agli Stati generali d'Olanda la descrizione d'un orologio destinato a misurare il tempo con tutta esattezza, nel quale il motore era la molla a spira ed il pendolo serviva a regolarne il movimento.


120. Pendolo.

Con successivi miglioramenti, l'arte della costruzione degli orologi giunse a grande perfezione. I moderni *cronometri* (che in greco vale, misuratori del tempo) lasciano ben poco a desiderare, non solo nelle continue applicazioni che ne facciamo quotidianamente negli usi civili, ma benanco nelle esatte osservazioni scientifiche e nautiche per le quali questi preziosi strumenti sono d'immensa utilità.

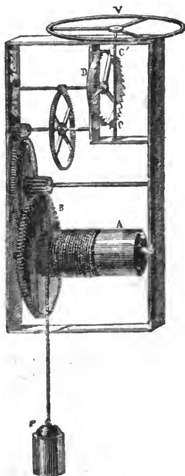
Premessi questi cenni intorno all'origine degli orologi, daremo ora la descrizione particolareggiata di questi importantissimi congegni.

II.

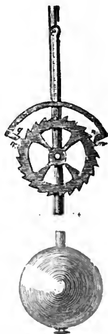
DESCRIZIONE DEI CONGEGNI DEGLI OROLOGI.

Gli orologi, come tutti sanno, possono essere di varie specie: da torre, da muro, da tavolo e da tasca.

Gli orologi da torre, quelli cioè che fanno bella mostra di sè nei campanili od in altri pubblici edifizii sono messi in movimento da un peso P (fig. 121) appeso all'estremità di una corda, avvolta con molti giri tutto intorno ad un cilindro orizzontale A sul cui asse sono piantati due



121. Orologi a peso.

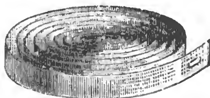


122. Scappamento ad ancora.

perni intorno ai quali ei può ruotare. Con tale disposizione di cose, si comprenderà facilmente che, tendendo

Digitized by Google

il peso P a discendere continuamente, dovrà di mano in mano svolgersi una porzione della corda che circonda il cilindro, e per tal motivo il cilindro stesso dovrà ruotare intorno ai detti pernii. Ora si tratta di utilizzar la discesa del peso P e la conseguente rotazione del cilindro A per mettere in movimento gl'indici dell'orologio; a tale scopo è fissata sul detto cilindro una *ruota dentata* B, ovvero una ruota sul contorno della quale sono praticati molti incavi o denti ed altrettante sporgenze. I denti di questa ruota *ingranano*, ovvero penetrano negli incavi esistenti sul contorno d'un'altra ruota di minor diametro, detti anche *rocchetto;* come lo indica la figura. L'asse su cui è impernato il rocchetto porta un'altra ruota dentata, la quale ingrana in un altro rocchetto; e così, per l'intermediario di successivi ingranaggi, il movimento di discesa del peso P si trasmette all'ultima ruota CC' sull'asse della quale son fissati gl'indici, che però non si vedono nella nostra figura; la ruota CC' fa andare inoltre il *volante* V.



123. Molla d'orologio.

Il meccanismo che serve a rendere uniforme il movimento di tutto il congegno e quindi anche quello degli indici, continuerebbe evidentemente a muoversi fino a tanto che il peso discendendo avesse fatta svolgere tutta la fune dal cilindro; però quel peso, obbedendo, come tutti i gravi cadenti, alla legge naturale della discesa sempre più celere, imprimerebbe un moto sempre più rapido alle varie ruote dentate e quindi anche agli indici dell'orologio; noi invece vogliamo che questi si muovano di moto uniforme, vo-

Digitized by Google

gliamo cioè che gli indici percorrano spazii eguali in tempi eguali, che ad esempio quello dei minuti faccia un giro completo in un'ora, che quello delle ore faccia lo stesso giro in un tratto di tempo dodici volte maggiore. Ecco dunque presentarsi la necessità d'un congegno che serva a rendere il movimento uniforme e regolare. Per tale intento è necessario interrompere a brevi intervalli di tempo, eguali fra loro, la discesa del peso motore. Il *pendolo* di cui abbiam già tenuta parola, serve opportunamente a tale scopo, ed ecco, in qual modo: l'ultima ruota dell'ingranaggio, è abbracciata (fig. 122), parzialmente nella parte superiore, da un pezzo *q n* foggiato come le ancore dei bastimenti e che appunto perciò si dice *ritegno* o *scappamento ad ancora.* Questo pezzo forma corpo col pendolo che oscilla intorno al punto di sospensione A; ora, messo che sia il pendolo in movimento, le punte dell'áncora intaccheranno successivamente a destra ed a sinistra i denti della ruota *q n*, la quale come abbiam detto riceve il movimento dal peso motore dell'orologio, e produrranno quindi una breve fermata nel movimento della stessa. Quando poi il pendolo rimane fermo, entrambi i denti dell'áncora intaccano quelli della ruota, e questa, essendo contrariata nel suo movimento, deve fermarsi. Ciò si vede negli orologi a pendolo: essi cessano d'andare quando il pendolo rimane immobile in posizione verticale, e camminano appena si comunica al pendolo il più leggero impulso. Ed osservando attentamente il movimento degli indici d'un orologio, si scorge che questi non si muovono già di moto pienamente uniforme, bensì ad impulsioni regolari, che però si succedono a brevissima fermata che produce l'áncora, ossia il pendolo, nel movimento delle ruote.

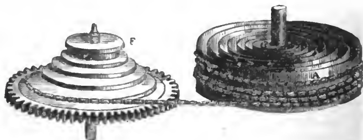
Gli orologi da tavolo sono basati sopra un'altra proprietà della materia, cioè sull'*elasticità*. Ecco in qual modo questa serve a farli andare. Prendiamo una *molla* ossia

una striscia d'acciaio molto lunga e sottile, avvolgiamola a spira intorno a sè stessa, come vedesi nella fig. 123; poi abbandoniamola; cosa accadrà allora? La molla contratta a forza, si distenderà a poco a poco per effetto della propria elasticità, come facilmente potrete convincervene prendendo una listerella di carta forte ed avvolgendola a spira. — Se poi un'estremità della molla è fermata ad un punto fisso, mentre l'altra estremità è avvolta e fissata sopra un cilindro, questo dovrà forzatamente ruotare intorno a sè stesso fino a tanto che la molla continuerà a distendersi.

La molla adunque fa andare il cilindro, e il cilindro, mediante ingranaggi, ossia mediante un sistema di ruote dentate simile a quello della figura 121, trasmette il suo movimento agli indici d'un orologio. Qui accade però il contrario che negli orologi mossi da pesi; questi, senza il regolatore, andrebbero, con moto di mano in mano più veloce; invece negli orologi mossi da una molla, il moto si farebbe di più in più lento, qualora non vi fosse un regolatore; poichè lo svolgimento delle spire, rapido nei primi istanti, va ben presto scemando. Onde imprimere un movimento regolare a questi orologi, si chiude la molla in una scatola circolare A (fig. 124) cui si dà nome di *tamburo* o *barile*. L'estremità della molla è saldata al cilindro di cui abbiamo già detto: mentre l'altra estremità è fermata alla periferia interna del tamburo. Risulta da ciò, che, dopo aver *caricato* l'orologio ossia dopo averne tesa la molla, questa nel distendersi imprimerà un moto rotatorio tanto al cilindro quanto al tamburo. — Tutt'intorno al tamburo è avvolta una catenella d'acciaio, fissata con una sua estremità al detto tamburo. La catenella dopo fatti più giri sul tamburo va ad avvolgersi sopra un altro tamburo, di forma conica, sulla cui superfice son praticate delle incavature spirali, destinate a ricevere la catenella. Or bene, quando vuolsi

Digitized by Google

caricare l'orologio, si fa girare mediante la chiave il tamburo conico F: la catenella si svolge da A e si avvolge intorno ad F: obbligando a ruotare per tal modo anche il tamburo A intorno al cilindro; e così si tende la molla spirale. Ma non appena l'orologio è caricato, questa molla incomincia a svolgersi, obbligando a muoversi in direzione contraria alla precedente tanto il tamburo A quanto il tamburo F, per l'intermediario della catenella d'acciaio che si svolge dal secondo e si avvolge intorno al primo. Nei primi istanti, quando cioè la molla è maggiormente tesa, essa agisce per mezzo della catenella sull'incavatura superiore del tamburo conico F, la quale ha il diametro minimo; poi, a misura che la molla si va distendendo



124 Il tamburo o barile.

e che per conseguenza perde in elasticità, i giri diventano sempre maggiori; sicchè avviene compensazione tra la forza, di mano in mano più piccola, che agisce sopra bracci di leva di mano in mano più grandi; e quindi il movimento dell'orologio risulta uniforme.

Per ultimo, gli orologi da tasca son mossi anche essi dalla molla spirale e non differiscono da quelli da tavolo che per le proporzioni più piccole, e per la mancanza del volante, al quale si sostituisce il *bilancere a spira* (fig. 125) ideato anche questo da Huygens. Questo bilancere si compone di una ruota o piccolo volante mobile intorno ad un asse verticale, e di una piccola molla a spira

Digitized by Google

simile alla molla maggiore che fa andare l'orologio. L'estremità interna di questa piccola molla è fissata all'asse della ruota mentre l'altra estremità lo è ad una delle cartelle dell'oriuolo. Questa molla e quindi il bilancere, assumono naturalmente una certa posizione d'equilibrio; facendo quindi girare il bilancere stesso, sia in un senso, sia nell'altro, la molla viene contratta, e tosto si sforza di riacquistare la sua posizione d'equilibrio. Ma nell'istante che ci riesce, il bilancere trovasi ancora animato della



125. Bilancere a spira.

velocità, che lo obbliga a continuare il suo movimento. Per tal modo, la spira che s'era dapprima contratta, trovasi di poi allargata, sempre per effetto della sua elasticità; alla quale obbedisce anche il bilancere, che perciò ritorna nella sua posizione primitiva, animato d'una certa velocità. Così continua ad oscillare a destra ed a sinistra della sua posizione primitiva in guisa analoga al pendolo, e serve perciò come il pendolo a regolare i movimenti degli orologi.

Digitized by Google

L'ELETTRICITÀ

Le Mille e una Notti e l'elettricità. — Franklin e il parafulmine. — Galvani e le rane. — Volta e la pila. — Il telegrafo. — La luce elettrica. — La galvano-plastica. — Una promessa.

Uno spiritoso, quanto dotto scrittore francese, il signor Babinet, così si esprime discorrendo dell'elettricità: « Quanti hanno letto le *Mille ed una notti* conoscono quel re, il quale, circondato da' suoi consiglieri che a ciò lo istigavano, faceva il possibile per esperimentare fino a qual punto giungesse la possanza d'una fata compiacente, chiedendole cose grado grado più meravigliose. Altrettanto può dirsi dell'industria umana rispetto all'elettricità. Quest'agente misterioso, il genio della folgore, sembra avere oltrepassati, per le esigenze dello spirito umano, i confini dell'accondiscendenza, ed aver anzi in più incontri dato più di quanto gli si chiedeva ».

Nulla può dirsi di più argutamente vero.

Un cervo volante munito di fili metallici, sottrasse per la prima volta, sul finire dello scorso secolo, con grande stupore del pubblico, il fluido elettrico dalle nubi temporalesche; ed il genio di Franklin traendo partito da savie osservazioni diede all'umanità il *parafulmine.*

Nel 1790, Galvani osserva che le rane scorticate di fresco si contraggono alla scarica di scintille elettriche, e scopre che la stessa contrazione si verifica nella rana al solo interporsi di due lamine metalliche fra un suo muscolo ed un suo nervo. Un grande ingegno, Alessandro Volta, ripete quest'esperimento, lo studia profondamente, ed inventa la *pila elettrica* che ad onore dell'inventore dicesi

Digitized by Google

anco *voltaica*. — La scienza, divenuta posseditrice di quest' importante apparecchio, mediante il quale ottiensi continuamente l'elettricità, operò cose reputate impossibili prima d'allora, operò veri miracoli cui nessuno avrebbe posto mente dapprima. Si fusero i metalli più refrattarii, le terre e le pietre; se ne trasse una splendidissima luce emula di quella del sole, la *luce elettrica;* si fabbricarono calamite artificiali senza acciaio, senza ferro e persino senza ricorrere alla calamita naturale; si ebbe nell' elettricità un motore utilissimo pei lavori di precisione, che funziona tanto regolarmente da farlo credere quasi dotato di intelligenza. La pila di Volta fornì un mezzo, noto ora a tutti, che distrugge le lontananze: il *telegrafo*. Purchè un filo metallico congiunga due stazioni telegrafiche, potete conversare con un abitante degli antipodi quasi al modo stesso che se egli sedesse presso di voi.

La chimica arricchita della pila di Volta, trovò in essa un potente ausiliario; ne ritrasse grandissimi benefici; ed inventò un nuovo ramo d' industria: la *Galvano-plastica*, col cui mezzo si argentano e si dorano i corpi, ed in generale si rivestono con una camicia metallica grossa quanto si vuole, e col cui mezzo ricavansi copie fedeli delle medaglie, dei bassorilievi e delle statue.

Queste ed altre meraviglie che tuttodì opera l'elettricità richiedono, per essere convenientemente esposte, un maggior numero di pagine di quello che il presente volume comporterebbe: richiedono un volume speciale: e noi ci affretteremo a pubblicarlo, sperando di soddisfare con ciò ad un giusto desiderio dei nostri lettori.

LE MACCHINE A VAPORE

I.

Se i nostri lettori sono curiosi. — Il principio del vapore. — La macchina di Erone. — La scienza nel medio evo. — Galileo, Cartesio e Bacone. — I principii della macchina a vapore. — La leggenda di Salomone di Caus. — G. B. Porta. — L'*Eolipila* dell'architetto Branca. — Le famose scoperte del marchese di Worcester!

I più fra i nostri lettori avranno certamente veduto le ruote d'un battello a vapore girare con prodigiosa velocità, fendere le acque del mare ed andare avanti senza il sussidio delle vele anco in direzione opposta a quella del vento e delle correnti. Quasi tutti, mercè il crescente sviluppo delle ferrovie italiane, avranno veduto lunghi convogli con entro centinaia di viaggiatori, comodamente seduti, scorrere velocissimi sulle rotaie. Molti avranno visitato qualche stabilimento industriale od officina, e vi avranno imparato che il moto periodico dei pesanti martelli sotto ai cui colpi nulla resiste, e i grandi laminatoi che riducono il ferro in sottili lastre, ed i poderosi succhielli, le formidabili cesoie che forano o tagliano il ferro come legno sono tutti mossi da una sola macchina: da quella macchina istessa che fa andare battelli e convogli, da quella macchina che simboleggia quasi il moderno progresso. Ebbene, tutto ciò non vi ha meravigliati, non vi ha scossi? e quando vi hanno detto che tutti quei prodigi si ottengono con un po' d'acqua ed un po'di carbone, non vi siete sentiti pungere da vivissima curiosità? e non avete desiderato conoscere almeno superficialmente questa macchina portentosa?

Per soddisfare ad una curiosità così ragionevole, prenderemo a descrivervi la macchina a vapore in generale,

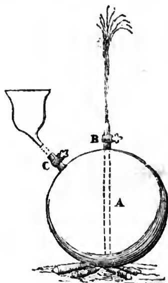
Digitized by Google

per passar poscia ad accennare alla sua applicazione alle navi ed alle locomotive.

Vi diremo prima il principio su cui si fondano tutti i meccanismi a vapore; poi non vi riuscirà discaro qualche cenno storico per ben comprendere i successivi perfezionamenti della macchina a vapore, per conoscere gli uomini di genio a cui dobbiamo sì immenso beneficio, e per distruggere alcuni pregiudizii divenuti troppo popolari.

—

Esponendo al fuoco un vaso ripieno d'acqua, questa si riscalda e dopo pochi minuti si vede sollevarsi dalla superfice liquida una piccola nube che di lì a poco scompare nell'aria. Come è noto, quella nube è formata di *vapore acqueo;* questi però non è sempre *visibile* come nel caso ora accennato, per convincersene, basta osservare attentamente un forte getto di vapore, come sarebbe quello uscente dalla boccuccia di un ramino contenente acqua in ebullizione. In vicinanza alla boccuccia non vedete niente, ma a poca distanza dalla stessa vedete formarsi la piccola nube; il vapore esce bensì dalla boccuccia, ma allo stato *invisibile*, è cioè perfettamente trasparente; ma di lì a poco trovandosi a contatto con l'aria fredda, ei si condensa in parte in minutissime goccioline, diviene visibile e produce quella piccola nube. Per mantenersi allo stato invisibile, il vapore acqueo richiede adunque una temperatura elevata, ed è in tale stato ch'ei viene imprigionato, come fra breve di-



126. Apparato di Salomone di Caus.

remo, nei cilindri delle macchine a vapore per metterle in movimento.

Tutti i gas ed i vapori, e quindi anche il vapore acqueo, tenuti in uno spazio chiuso, premono con tanta maggior forza contro le pareti del vaso che li rinchiude, quanto più grande è la quantità di vapore in esso contenuta e quanto più piccola è la capacità del vaso.

Facendo bollir l'acqua in una pentola ben chiusa dal suo coperchio, si ingenera il vapore acqueo in seno al liquido bollente; e questo vapore, accumulandosi a poco a poco fra la superfice del liquido e la faccia inferiore del coperchio, premerà sempre più contro quest'ultimo fino al punto da sollevarlo. Se il coperchio è caricato da pesi che non gli permettono di sollevarsi, oppure è fermato con viti od anco saldato alle pareti della pentola; il vapore continuando ad accumularsi sotto di esso, premerà con forza ognor crescente tanto contro il coperchio quanto contro le pareti della pentola; e, per quanto queste sieno robuste, la forza del vapore le romperà violentemente, purchè la pentola rimanga esposta al fuoco, e continui l'ebullizione, e ne scaglierà ben lontani i frammenti con uno scoppio fragoroso e pericoloso.

Questa proprietà del vapore di premere con gran forza sulle pareti dei vasi che lo contengono mentr' ei cerca continuamente di espandersi, di dilatarsi; è il fondamento sul quale si fonda l'impiego del vapore nella meccanica.

Chi non conosce questi fatti? Ebbene, essi bastano a stabilire la gran forza meccanica di cui gode il vapore tenuto in uno spazio chiuso. Si tratta di approfittare di questa forza fino al punto che non produca effetti di distruzione; si tratta di dirigerla con l'intelligenza e con l'arte.

Il principio vi pare semplicissimo, e resterete meravigliati udendo come tanti secoli passassero prima che l'umanità se ne accorgesse. Ma voi trovate ciò assai sem-

Digitized by Google

plice, perchè già lo vedete messo in pratica: in tutte le invenzioni umane si ripete la storia dell'uovo di Colombo.

Forse avrete inteso dire che la macchina a vapore risale ai tempi più antichi: non credeteci: la macchina a vapore è d'origine tutta moderna. Vero è che Erone d'Alessandria, vissuto 120 anni prima dell'era volgare, nella sua opera *Spiritalia*, insieme a molti apparecchi destinati a mostrare alcuni effetti strani dell'aria e dell'acqua, ne menziona pur uno, nel quale si utilizza la reazione del vapore fuggente da un foro, praticato nella parete d'un vaso girevole intorno ad un asse, per far concepire al vaso stesso un moto di rotazione. Ma questo apparecchio, chiamato *eolipila* non poteva servire che di trastullo. È un pregiudizio il citarlo come l'embrione delle macchine a vapore, poichè Erone e tutti i filosofi che vennero dopo lui fino al XVII secolo non conoscevano il vapore acqueo, e credevano che grazie all'ebollizione l'acqua si trasformasse in aria calda!

Non è quindi da meravigliare, se trascorsero tanti secoli senza che siensi per nulla aumentate le cognizioni intorno agli effetti meccanici del vapore.

Varii autori con isforzi grandissimi di buona volontà vollero trovar traccie di descrizioni di macchine a vapore in alcune opere del medio evo. Noi risparmieremo ai nostri lettori la noia di leggere quei ridicoli brani coi quali si vuol dimostrare l'antichità della macchina in questione.

La sola creazione delle scienze positive potè riunire ed ordinare i fatti precisi che dovevano poscia servire di base alla scoperta degli effetti meccanici del vapore acqueo ed a determinarne l'impiego quale forza motrice.

La fisica non divenne scienza che alla fine del XVI secolo; prima d'allora essa non esisteva che di nome, e l'intelligenza umana era ovunque soggiogata dagli aristotelici. Il solo mezzo di indagini era il sillogismo: punti di partenza e di mira erano le pretese cause assolute: sola

Digitized by Google

regola la parola del maestro; le testimonianze dei sensi venivano ripudiate, i misteri religiosi si connettevano ai fatti della scienza: e questo strano impasto arrestava da ben dieci secoli i progressi dello spirito umano. Inutilmente alcuni uomini di genio, che comparvero ad intervalli tentarono lottare contro il dispotismo della tradizionale autorità e far brillare agli occhi del mondo i veri principii della filosofia naturale. Ruggero Bacone, Giordano Bruno, Cardano e parecchi altri riformatori coraggiosi espiarono con persecuzioni d'ogni genere, e perfino con la morte, il delitto d'aver pensato. Ma quest'impero tanto vergognoso e tanto deplorabile doveva pur finire. La riforma religiosa compiutasi per opera di Lutero fondava la libertà di coscienza; i primi bagliori della emancipazione politica principiavano a sorgere sulle popolazioni d'Europa: e una trasformazione consimile non tardò ad operarsi nelle scienze, compiendo quella benefica rivoluzione che doveva porre l'umanità in possesso dei suoi diritti. Comparvero allora sulla scena del mondo tre uomini, che sembrarono destinati a porre le basi del nuovo edifizio delle umane cognizioni: Galileo in Italia, Cartesio in Francia e Bacone in Inghilterra. Diversi per origine, spirito e carattere, essi attaccarono contemporaneamente quell'antico complesso di idee e di dottrine che teneva soggiogate le menti; i loro sforzi tanto arditi e tanto benefici lo abbatterono per sempre, ed innalzarono su i suoi frammenti una nuova filosofia. Dando nel tempo stesso il precetto e l'esempio, essi insegnarono quale fosse il vero metodo che si doveva tenere nelle ricerche scientifiche; e mossero con le loro scoperte i primi passi nella scienza nascente.

Questa rivoluzione scientifica iniziata da Galileo sul finire del XVI secolo coi primi suoi lavori, terminò verso la metà del secolo seguente con la morte di questo gran luminare, avvenuta nel 1692; ed è da quel tempo che data il completo stabilimento ed il trionfo della nuova

filosofia, e che la scienza sorretta oramai da fondamenta incrollabili potè progredire senza inciampi nella via della verità. Ma durante quel mezzo secolo d'intervallo la scienza dovette lottare penosamente con gli avanzi del vecchio spirito filosofico, non rimanendo sempre vincitrice.

A tale periodo in cui non esisteva nulla affatto che rassomigliasse alla fisica, molti autori vogliono pur fare risalire l'origine delle macchine a vapore! Fra noi si citano i nomi di Porta e di Branca, tra i francesi quello di Salomone di Caus, e fra gli inglesi il marchese di Worcester.

Il fondamento principale su cui appoggiansi gli esaltatori di Salomone di Caus è un paragrafo dell'opera da lui pubblicata nel 1615 col titolo: *Le ragioni delle forze moventi,* nel quale ei descrive un apparecchio destinato a sollevare l'acqua per mezzo del fuoco.

Questo apparecchio (fig. 126) consta d'una robusta sfera cava A, nella quale si può introdurre dell'acqua per mezzo d'un tubo C, munito di rubinetto; dal fondo di essa sfera parte un altro tubo A B munito pure di rubinetto, e che termina esternamente alla sfera. Chiudendo il rubinetto C, riscaldando fortemente l'acqua ed aprendo il rubinetto B si vedrà l'acqua salire zampillando dall'estremità B del tubo. Quest'apparecchio che si pretende possa servire all'asciugamento delle miniere non può asciugar altro che l'acqua contenuta nella sfera, poichè l'autore non accenna a nessun mezzo col quale si possa introdurre l'acqua in essa sfera mano mano che va uscendo quella introdotta dapprima.

Se l'apparecchio ora accennato potesse essere vantato quale primo germe della macchina a vapore, non a Salomone di Caus ne spetterebbe il merito, poichè già nell'opera latina stampata nel 1601 dal fisico napoletano Giambattista Porta col titolo: *Pneumaticorum libri tres* si trova la descrizione d'un piccolo apparato avente per iscopo il determinare in quanto di aria si risolva una parte

d'acqua, per la qual cosa egli si serve della pressione che esercita il vapore su l'acqua contenuta in un piccolo serbatoio. Nè lo stesso Porta vuole attribuirsi il vanto di aver inventato il modo di sollevar l'acqua col mezzo del calore: ei non presenta questo fatto come suo, ma dice averlo attinto fra le cognizioni volgari e lo cita quale mezzo atto a stabilire coll'esperienza la verità ch'egli rintraccia. Questo fatto era notissimo, e fin nell'opera di Erone si trovano più di venti apparecchi che sovr'esso si fondano: ma la sua causa era completamente ignota.

Abbiamo parlato di Salomone di Caus per poter togliere il pregiudizio che vorrebbe far credere essere stato quest'uomo una delle più infelici vittime della scienza. Questo pregiudizio divenne assai popolare grazie ad una delle solite imposture letterarie. Fu pubblicata e divulgata una pretesa lettera datata del 3 febbraio 1641 nella quale Marion Delorme racconta a Cinq Mars i particolari di una visita da lei fatta a Bicêtre, ch'è oggi l'ospizio dei pazzi, in compagnia del marchese di Worcester; essa dice che, traversando il cortile, si accorsero d'un pazzo furioso che si agitava dietro alle sbarre della sua cella e che gridando continuamente diceva d'aver fatta un'importantissima scoperta, quella cioè di far andare le carrozze e le varie industrie con la sola forza del vapore. Il pennello d'un valente artista si impossessò di questa leggenda; la litografia e l'incisione la divulgarono, sicchè oggi non sono pochi coloro che vorrebbero mettere Salomone di Caus a fianco di Galileo e di Cristoforo Colombo.

Ma per distruggere l'autenticità di quella lettera, basta osservare che Salomone di Caus moriva nel 1630 e non poteva quindi essere racchiuso in un ospedale di pazzi nel 1641; e se non vi basta, vi diremo ancora che a quei tempi Bicêtre non era ospedale di pazzi, ma casa di ricovero per vecchi militari.

L'architetto Branca che costruì la chiesa di Loreto pub-

blicò a Roma nel 1629 una raccolta avente per titolo: *Le macchine,* nella quale descrive le macchine principali che erano note ai suoi tempi. Egli stesso asserisce di non esserne l'inventore e di non conoscere i nomi dei varii autori degli apparecchi di cui offre il disegno. Fra gli altri descrive anco il seguente. Il busto d'una statua di metallo è cavo internamente; un foro munito di vite permette che si possa introdurvi dell'acqua; la posizione corrispondente alla bocca è forata e munita d'un tubetto; dopo aver introdotta l'acqua nel busto lo si collochi su d'un braciere, e il vapore che di mano in mano si ingenera esce dalla bocca e per mezzo del tubetto viene diretto sulle ali d'una ruota ad asse orizzontale, la quale per mezzo d'opportuni congegni mette in movimento due pestelli i quali possono servire a schiacciare della polvere, come dice l'autore, o qualsivoglia altra sostanza.

Ma il principio della macchina a vapore moderna si fonda sulla forza elastica del vapore acqueo contenuto in uno spazio chiuso: qui all'incontro si tratta semplicemente d'un effetto d'impulsione prodotto da una corrente di vapore, la quale non produce effetto diverso da quello che produrrebbe una corrente d'aria che per mezzo d'un mantice venisse cacciata sulle ali d'una ruota. Il Branca stesso descrive nella stessa opera una macchina analoga alla precedente, nella quale all'azione del vapore egli sostituisce quella dell'aria calda che fugge dalla parte superiore della canna d'un camino che venga riscaldato.

Eppure quest'applicazione tanto insignificante dell'*colipila* venne rivendicata da Roberto Stuart a favore d'un suo compaesano, il vescovo Wilkins, il quale nell'opera *Mathematical Magic* dice che le eolipile possonsi adoperare a varii usi sia per trastullo sia per far muovere col loro mezzo un menarrosto.

Da ciò vediamo come ai suoi tempi l'impiego meccanico del vapore fosse limitatissimo e nessuno sognasse di

farlo servire a quei molteplici usi, cui esso si presta al presente.

Accenneremo anche al marchese di Worcester cui gl'inglesi vogliono attribuire la prima idea dell'applicazione meccanica del vapore. Questa pretesa si fonda sull' opera da lui pubblicata a Londra nel 1663 col titolo *Centuria d' invenzioni,* nella quale con uno stile oscurissimo ei dà una breve spiegazione e talvolta soltanto il semplice enunciato di cento macchine, invenzioni e scoperte ch'egli si attribuisce.

All' invenzione sessantottesima ei racconta di aver preso, sono sue parole, un cannone, averlo riempiuto per tre quarti d'acqua, averne chiusa ermeticamente la bocca ed il focone, averlo poscia esposto al fuoco e che dopo qualche tempo esso scoppiò con orrendo fracasso. « Avendo poscia » trovato, così egli continua, un mezzo con cui poter co- » struire solidamente i miei vasi e riempirli l'uno dopo » l'altro, vidi sgorgare l'acqua con un getto continuo » alto quaranta piedi. Un vaso d' acqua rarefatta dal fuoco » ne fa salire quaranta di acqua fredda; l'uomo che sor- » veglia la macchina non ha altro a fare che a girare » due robinetti, affinchè tosto che un vaso si è vuotato, » l'altro cominci a riempirsi d'acqua fredda; e così di se- » guito, purchè il fuoco sia alimentato continuamente ».

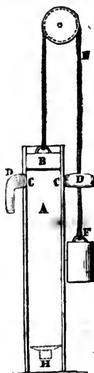
Il lettore domanderà al certo la spiegazione di queste parole tanto confuse, ma al marchese di Worcester parve di aver detto abbastanza e perciò non vi aggiunge verbo.

Ciò che si può rilevare dalle sue parole è soltanto che l'autore riconobbe sperimentalmente che un cannone pieno d'acqua e chiuso ermeticamente può scoppiare per effetto dell'azione continuata del calore. Fatto che non ha nessuna importanza scientifica e che era noto da moltissimo tempo. La descrizione poi della macchina è completamente incomprensibile.

II.

Dionigi Papin. — Il *digestore di Papin* e la gelatina. — Il motore di Papin e il motore di Savery. — La prima macchina a vapore è inventata da due operai. — La macchina di Newcomen.

La fisica moderna data, come abbiam detto, dalla morte di Galileo; il suo discepolo Torricelli le fece fare i primi passi con l'invenzione del barometro, invenzione cui intimamente collegasi quella della prima macchina a vapore, o meglio della *macchina a fuoco* proposta da Dionigi Papin nel 1690; il secondo passo, se così possiamo esprimerci, venne fatto di lì a pochi anni da Ottone di Guerike, da Magdeburgo, con l'invenzione della *macchina pneumatica*, che come tutti sanno serve a produrre il vuoto in un dato recipiente.



127. Apparato di Huygens.

Grazie alla prima di queste due invenzioni si conobbe che ogni decimetro quadrato di superfice di un corpo qualsiasi sopporta per effetto della pressione atmosferica un peso equivalente a quello di circa 100 chilogrammi; grazie alla seconda si poteva distruggere questa pressione in un istante qualunque. Codesti due trovati tanto importanti fecero sperare una prossima loro applicazione, e questa non tardò molto a comparire. Spetta a Dionigi Papin il vanto d'aver saputo trarne utile partito.

Nato a Blois nel 1645, studiò la medicina e principiò ad esercitarla, ma una forte inclinazione per le scienze fisiche gli rendeva noiosa la carriera del medico. Egli non tardò molto ad abbandonarla per rivolgere tutta la sua attenzione alla fisica sperimentale ed alla meccanica applicata.

Così ebbe la fortuna di poter avvicinare il celebre Huygens, ed aiutarlo in molte delle sue esperienze, specialmente in quelle relative all'uso della polvere da cannone pel sollevamento di gravi pesi.

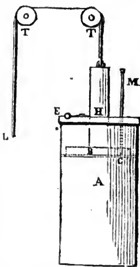
Trasferitosi poscia in Inghilterra, strinse relazione coll'illustre Roberto Boyle, il fondatore della Società reale di Londra, che lo invitò ad assisterlo nelle molte esperienze di fisica ch'e' voleva intraprendere, relative specialmente alla macchina pneumatica. Non è a dirsi quanto fosse utile al Papin quest'intima relazione, che nel dicembre del 1680 gli schiuse le porte della Società reale di Londra. Un anno dopo, ei pubblicava l'opera *New digestor*, nella quale descrive l'apparato noto col nome di *digestore di Papin*, che ha per iscopo di poter far cuocere meglio le carni e trasformare le ossa con molta facilità in quella sostanza molle cui si dà il nome di gelatina. L'apparato come tutti sanno consiste di due vasi, uno dei quali contiene l'altro. Il minore è destinato a ricevere i cibi che si vogliono cuocere; lo spazio fra esso ed il maggiore si empie d'acqua; quest'ultimo vaso ch'è di metallo può chiudersi ermeticamente con un coperchio a vite, per modo che il vapore, che mano mano si sviluppa dall'acqua bollente accostando al fuoco l'apparecchio, non può uscire, ed esercita una forte pressione sulle carni dalle quali spreme tutta la sostanza gelatinosa.

Papin essendosi accorto che affinchè la cottura riesca a bene è mestieri poter osservare lo stato interno del vaso, adattò al coperchio un tubetto che si poteva chiudere ermeticamente col mezzo d'una valvola. Per conoscere poscia la intensità della pressione del vapore nell'interno del vaso, egli ideò di chiudere la valvola col mezzo d'una verghetta fissata in una delle sue estremità ad una cerniera e munita all'altra estremità d'un pesetto mobile come il romano della stadera. Avendo fatto precedentemente i suoi esperimenti, egli poteva riconoscere

approssimativamente il grado di pressione cui erano sottomesse le carni nell'interno del vaso, col variare la posizione del pesetto mobile. — Questo piccolo apparato doveva portare in appresso un grande perfezionamento nella futura macchina a vapore, ma, come vedremo fra breve, non fu Papin quello che pensò di trarne partito.

Fino da quando assisteva Huygens nelle sue ricerche intorno alla polvere da cannone, Papin avea potuto studiare i difetti d'un apparecchio che era il perfezionamento d'altro apparecchio molto grossolano ideato dall'abate Hautefeuille nel 1678. — Quello di cui servivasi Huygens si componeva d'un cilindro metallico A (figura 127) nel cui interno si moveva a dolce sfregamento uno stantuffo B. Una corda B F accavalcata ad una carrucola era con una delle sue estremità congiunta allo stantuffo, dall'altra estremità pendeva un peso che volevasi sollevare; sul fondo del cilindro stava un bacinetto H destinato a contenere polvere da cannone; verso la parte superiore, due valvole D D di cuoio destinate ad aprirsi dall'interno all'esterno. Per far agire l'apparato, si collocava un pezzetto di miccia accesa nel bacinetto ripieno di polvere: questa, esplodendo, sviluppava notevole quantità di gas, che cacciava fuori, traverso le valvole D D, quasi tutta l'aria contenuta nel cilindro. La pressione atmosferica agente sulla faccia superiore dello stantuffo non trovandosi equilibrata al disotto ove, come abbiamo veduto, più non esisteva che aria molto rarefatta, costringeva lo stantuffo a discendere e sollevava quindi il peso attaccato all'estremità della fune. — Ma questo modo di produrre il vuoto era insufficiente. Papin che se ne accorse, si diede a ricercare un agente che fosse atto a meglio conseseguire l'intento; e così gli venne la felicissima idea di adoperare il vapore acqueo. La macchina alla quale egli applicava questa sua idea fu descritta da lui nel 1690. Come lo mostra la fig. 128, essa si compone di un cilindro metallico A chiuso

inferiormente, contenente in basso un po'di acqua, ed aperto superiormente. In esso muovesi uno stantuffo B forato in C per modo che la sua faccia inferiore può sfiorare l'acqua permettendo l'uscita all'aria che si trova al disotto. Quando tutta l'aria è uscita dal cilindro si chiude il foro C per mezzo del gambo M, e si riscalda poscia il cilindro per mezzo d'un braciere. L'acqua entra in ebullizione e sviluppa vapore che a poco a poco acquista forza sufficiente per sollevare lo stantuffo fino al punto più alto della sua corsa. Ottenuto quest'effetto, si spinge un catenaccio E, il quale, introducendosi in una scanalatura praticata nel gambo M, mantiene fermo lo stantuffo in quella posizione. Allontanando allora il braciere, il cilindro si raffredda; il vapore, che ne occupava tutta la capacità interna, vi si condensa e conseguentemente si forma il vuoto nell'interno del cilindro al disotto dello stantuffo. Se in tale stato di cose si ritira il catenaccio, lo stantuffo, che superiormente è premuto da tutto il peso d'una colonna d'aria avente per base la superfice dello stantuffo e per altezza quella dell'atmosfera, si precipita in breve verso il fondo del cilindro. Questo moto può essere utilizzato pel sollevamento dei pesi, che si attaccano all'estremità della corda T T L passante su due carrucole e la cui altra estremità è congiunta al gambo dello stantuffo.



128. Apparato di Papin.

Quest'apparecchio che Papin presentava come immediatamente applicabile nell'industria, come una forza motrice molto potente, non servì invece che a dimostrare sperimentalmente il principio della forza elastica del vapore ed il partito che si può trarne usandola come forza motrice.

Tuttavia, per quanto fosse difettoso quest'apparato, la prima macchina a vapore era inventata, e l'inventore dovea offrire lo spettacolo troppo frequente del genio in preda ad una costante sventura. Dionigi Papin era protestante, e quando Luigi XIV nel 1685 cacciò slealmente e tirannicamente tutti i protestanti dalla Francia, dovette egli pure emigrare. Nell'Inghilterra, in Italia ed in Germania, effettuò la maggior parte delle sue invenzioni. Nel 1707 egli avea eseguito a Cassel la macchina che abbiamo descritta, e l'avea posta in un battello sul fiume Fulda, per passare di là nelle acque del Weser e poscia in Inghilterra a far conoscere ed esperimentare il suo trovato. Ma i battellieri del Weser gli vietarono l'entrata di questo fiume, e per tutta risposta alle sue suppliche ebbero la barbarie di fare a pezzi il suo battello e la sua macchina. Da quel momento l'infelice Papin, senza mezzi e senza tetto, trascinò una vita piena di privazioni e di amarezze, languì nella miseria e nell'abbandono. Ritirato a Londra, visse con deboli soccorsi mendicati a pena dalla Società Reale, di cui era membro. Si ignora perfino l'anno preciso e il luogo della morte di quest'uomo altrettanto infelice quanto illustre.

Se lui vivente, l'invidia e la mediocrità non avean saputo scoprire che i difetti della sua invenzione, non si mancò, lui morto, di trovarne i pregi e di trarne partito. L'Inghilterra, paese ricchissimo di miniere di carbon fossile, vedeva con ispavento approssimarsi il giorno in cui i lavori si dovessero sospendere, per la mancanza di sufficiente forza meccanica ad estrarre l'acqua che troppo abbondantemente si trova nell'interno di quelle miniere. In tal frangente, l'annunzio d'un nuovo motore potente ed economico non poteva essere accolto con indifferenza. Quel pratico popolo ch'è l'inglese, comprese che da ciò dipendeva la sua prosperità o la sua rovina.

Tommaso Savery, antico operaio minatore, poscia capitano di mare, e finalmente abile ingegnere, ricercava

Digitized by Google

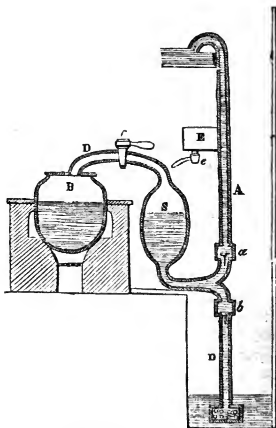
il recipiente S va perdendo a poco a poco tutta l'acqua che conteneva; ma non bisogna dimenticare che quel recipiente contiene ancora il vapore giuntovi dalla caldaia; or bene, si chiuda il rubinetto *c* onde sopprimere la comunicazione con quest'ultima, e si apra il rubinetto *e* applicato al serbatoio E, che contiene dell'acqua fredda. Questo serbatoio è disposto in guisa, che l'acqua fredda uscente da esso va a cadere sopra le pareti del recipiente S; queste si raffreddano pel contatto con l'acqua fredda; e per conseguenza si raffredda anche il vapore contenuto in quel recipiente, si condensa quindi producendo poca acqua, e così rimane vuota quasi tutta la capacità interna del recipiente. Allora la valvola *b* si apre, a causa dell'affluenza dell'acqua che si slancia pel tubo D a riempire il vuoto nell'interno dell'apparato in grazia dell'esterna pressione atmosferica.

Aprendo di bel nuovo il rubinetto *c*, nuovo vapore penetra nel recipiente S, e preme l'acqua in esso contenuta che viene espulsa pel tubo A; chiuso il rubinetto *c* ed aperto il rubinetto *e*, l'acqua fredda va a colpire le pareti del vaso S, che raffreddandosi condensa il nuovo vapore in esso contenuto; e quindi diviene vuoto, per cui nuova acqua si precipita in esso, e così successivamente. Basta adunque aprire e chiudere alternatamente i rubinetti *c* ed *e* per far salire quasi continuatamente tanta acqua quanta se ne vuole.

Questa macchina non era esente da difetti, ne presentava anzi uno gravissimo: il recipiente S doveva nel tempo stesso soddisfare a due opposte condizioni, avere cioè le pareti tanto grosse da resistere alla considerevolissima pressione interna del vapore, e tanto sottili da permettere che si raffreddassero prontamente.

Ma ad onta di ciò essa venne adoperata, andò diffondendosi in alcune contee d'Inghilterra, e valse a richiamare l'attenzione del pubblico sull'impiego meccanico del vapore.

A quei tempi vivevano nella città di Darmouth due artigiani onesti e laboriosi, amici fin dall'infanzia: l'uno era il fabbro Tommaso Newcomen, l'altro, il vetraio Giovanni Cawley. Fortuna volle che una macchina di Savery venisse stabilita nelle vicinanze di Darmouth. Nei giorni



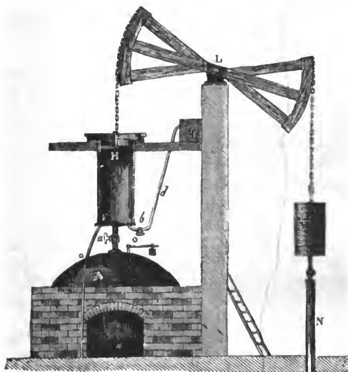
129. Macchina di Savery.

di riposo i due artigiani andavano assieme a considerarne il meccanismo, e nel ritorno discorrevano intorno agli effetti di quella nuova macchina che era per essi oggetto di grandissima ammirazione.

Newcomen non era privo di certa istruzione, ei teneva

Digitized by Google

corrispondenza col suo compatriota Roberto Hooke, al cui giudizio sottometteva varii progetti relativi alla sua professione. Ad istigazione di Cawley, Newcomen comunicò a Hooke anco le riflessioni da essi fatte intorno alla macchina di Savery; in risposta, Hooke fecegli conoscere la macchina atmosferica proposta da Papin nel 1690 senza nascondergli i principali difetti ad essa inerenti. Riflet-



130. Macchina atmosferica di Newcomen.

tendo intorno a questi, Newcomen e Cawley ebbero l'idea, d'altronde semplicissima, di produrre artificialmente il raffreddamento del cilindro e quindi il condensamento del vapore ed il vuoto, bagnando d'acqua fredda il cilindro medesimo. In base a questo principio essi costruirono un nuovo modello di macchina a vapore: questo componevasi

Digitized by Google

d'una caldaia in cui generavasi il vapore e di un cilindro comunicante con essa mediante un tubo: nell'interno del cilindro correva uno stantuffo. Quando in seguito all'introduzione del vapore nel cilindro, lo stantuffo giungeva al punto più alto della sua corsa, si intercettavano le comunicazioni con la caldaia e si versava acqua fredda sulle pareti esterne del cilindro. Il vuoto si formava quasi istantaneamente, ed in conseguenza di ciò la pressione atmosferica spingeva velocemente lo stantuffo sino in fondo al cilindro.

Grandi sarebbero state per i due artigiani le difficoltà di ottenere un brevetto, giacchè Savery vi si opponeva vivamente, pretendendo che l'invenzione del rapido raffreddamento del vapore fosse sua proprietà e come tale contemplata nella patente da esso lui conseguita. Essi proposero quindi a Savery di associarsi a loro. Savery accettò; ed ottenne nel 1705 a favore della società una *patente regia* per la costruzione e l'esercizio d'una macchina a vapore atmosferica.

Sul finire del 1711 Newcomen e Cawley stipularono un contratto con un proprietario di miniere di carbon fossile pel sollevamento dell'acqua delle sue miniere colla loro macchina. La macchina venne costrutta col concorso d'alcuni operai intelligenti di Birmingham: e, installata alla bocca della miniera, principiò a funzionare.

Di lì a pochi giorni la sorte fu tanto propizia ai due soci da suggerir loro un perfezionamento importantissimo. Essi si accorsero cioè che la macchina accelerava improvvisamente i suoi movimenti, e i colpi di stantuffo si succedevano con straordinaria velocità; dopo molte ricerche scopersero la causa di tal fatto.

Per impedire la fuga di vapore fra lo stantuffo e le pareti del cilindro (chè a quei tempi si era ben lontani dalla perfezione ed esattezza che si raggiunge oggidì in questi lavori) Newcomen aveva coperta la faccia supe-

riore dello stantuffo d'un sottile velo liquido, che, riempiendo tutti i vuoti, impediva le perdite o fughe di vapore.

Osservando adunque lo stato della macchina, si trovò che accidentalmente lo stantuffo era forato e che l'acqua fredda cadente goccia a goccia da questo foro condensava più rapidamente il vapore ed accelerava il movimento dello stantuffo.

Quest'osservazione non andò perduta e portò tosto i suoi frutti: fino allora si conseguiva la condensazione iniettando l'acqua fredda in una camicia che rivestiva esternamente il cilindro. Si abolì questa camicia e si ottenne il condensamento del vapore iniettando una pioggia d'acqua fredda nell'interno del cilindro.

Grazie a tale perfezionamento, si ottennero da otto a dieci colpi di stantuffo al minuto.

La macchina così perfezionata, che si conosce col nome di *macchina di Newcomen* (fig. 130), si compone adunque d'una caldaia A munita di valvola di sicurezza O; il vapore passa dalla caldaia nel cilindro soprastante C, lungo il quale si muove lo stantuffo H congiunto mediante una catena di ferro ad un pesante bilancere L che ruota intorno al suo punto d'appoggio. Dall'altra estremità del bilancere, pende una seconda catena che sopporta un contrappeso M congiunto ad un lungo gambo N. Questo gambo discende nel pozzo della miniera per farvi agire le pompe destinate al sollevamento delle acque. Quando il vapore giunge nell'interno del cilindro, esso solleva lo stantuffo vincendo lo sforzo opposto dalla pressione atmosferica; mentre il contrappeso M, abbassandosi pel proprio peso concorre all'alzamento dello stantuffo fino al punto più alto della sua corsa. Giunto che vi sia lo stantuffo, si chiude il rubinetto *a* per impedire l'ulteriore ingresso di vapore dalla caldaia, e nel tempo stesso si apre il rubinetto *b* il quale permette l'ingresso nel cilindro d'un getto d'aqua fredda proveniente dal serbatoio G attraverso al tubo *d*;

Digitized by Google

succede tosto il condensamento del vapore, e quindi la produzione del vuoto; il peso dell'aria esterna che più non trovasi contrabbilanciato dalla forza espansiva o *tensione* del vapore, fa precipitar lo stantuffo fino al punto più basso della sua corsa e fa oscillare di bel nuovo, ma in senso opposto, il bilancere. Aprendo quindi alternatamente i rubinetti *a* e *b* si otterrà un movimento continuo di discesa e di salita del gambo N, il qual movimento potrà essere utilizzato nel far andare le pompe. L'acqua adoperata a produrre la condensazione, viene allontanata dal cilindro, grazie al tubetto *c* innestato nel foro F; il qual tubetto è munito di rubinetto che di quando in quando si apre per liberarsi da quell'acqua.

La forza di questa macchina, si può aumentare a piacere, bastando a tale scopo aumentare proporzionatamente la superfice dello stantuffo.

Quest'è il meccanismo della pompa a fuoco di Newcomen nella quale il motore principale è a vero dire il peso dell'atmosfera: perciò essa dovrebbe chiamarsi *macchina atmosferica*, o se si vuole *macchina a vapore atmosferica*. Essa presenta la più importante applicazione degli studii fatti dai fisici del XVII secolo intorno al peso dell'aria ed al suo impiego quale forza motrice. Era quindi mestieri richiamare alla mente la storia di quegli studii per poter comprendere le disposizioni primitive della macchina a vapore.

III.

Invenzione dovuta ad un fanciullo. — Anche la voglia di giuocare serve a qualche cosa. — Le funicelle di Potter. — Il termometro. — *James Watt*, l'inventore della macchina a vapore. — Sua biografia. — Il condensatore. — La macchina ad effetto semplice. — L'officina di Bulton e Watt. — La macchina a doppio effetto. — Il parallelogramma articolato. — Regolatore a forza centrifuga. — Le macchine e gli operai. — Il copia lettere.

Sessant'anni trascorsero senza che la macchina di New-

comen, subisse modificazioni essenziali. Per sessant'anni, la teoria del calorico, alla quale è intimamente legata la macchina a vapore, rimase stazionaria. — Fu solo intorno al 1760 che il fisico inglese Black fondò le teorie della vaporizzazione e della condensazione, teorie che ebbero tanta parte nel perfezionamento delle macchine a vapore.

Frattanto i singoli congegni che costituivano la macchina di Newcomen subirono varii miglioramenti. Il più importante dei quali è dovuto alla sagacità di un fanciullo. Nelle macchine di Newcomen i due rubinetti destinati a dare rispettivamente ingresso nel cilindro ora al vapore ed ora all'acqua, si aprivano e chiudevano a mano da un operaio, che aveva questa sola occupazione. Per quanto grande fosse la sua abilità, non si conseguivano a quella guisa più di dieci o dodici oscillazioni al minuto, ed oltracciò la menoma distrazione dell'operaio poteva non solo ritardare l'andamento della macchina, ma comprometterne benanco l'esistenza.

Un vispo fanciullo per nome Humphry Potter era, nel 1713, incaricato della manovra di quei due rubinetti in una macchina Newcomen. Un lavoro sedentario e tanto noioso non si addiceva al carattere vivace del nostro Humphry, tanto più che a poca distanza dal luogo dove egli era costretto a lavorare tutto il giorno, altri fanciulli recavansi invece a trastullarsi allegramente. Qual tentazione per il povero Potter! Egli li vedeva, avrebbe voluto prender parte a quei giuochi, ma d'altro canto era forte in lui il sentimento del dovere: ei sapeva che dal movimento da lui impresso a quei rubinetti dipendeva il movimento della macchina, e non avrebbe voluto per tutto l'oro del mondo che essa si arrestasse per colpa sua. Egli si logorava la mente per trovar modo di allontanarsi dalla macchina ed andare a giuocare, senza che nessuno se ne accorgesse, senza che il movimento della macchina subisse interruzione; a forza di pensarci e di osservarla attentamente, ei

si accorse che appunto quando egli doveva aprire uno dei due rubinetti, il bilancere terminava la sua discesa; e che quando egli doveva chiuderlo, il bilancere compiva la sua salita; e, per ultimo, che il movimento dell'altro rubinetto era precisamente l'inverso del primo. Esistendo quindi un mutuo legame fra la posizione dei rubinetti e quella del bilanciere, il fanciullo pensò che quest'ultimo avrebbe potuto servire ad aprire e chiudere i primi. Detto fatto, egli allaccia a ciascun rubinetto due funicelle di inegual lunghezza e dopo varii tentativi ne fissa i capi a punti convenientemente scelti sul bilancere, in guisa che, quand'esso per effetto del vapore si alza o si abbassa, i rubinetti si aprono e chiudono al momento opportuno. — La macchina funzionava egregiamente, ed il Potter potè andare tutto festante a trastullarsi con gli altri fanciulli.

Nel 1717 si sostituirono alle funicelle di Potter delle verghette di ferro, e grazie a questo nuovo perfezionamento si conseguirono sino a quindici oscillazioni al minuto.

Nel 1758 si pensò a trasformare mediante opportuni ingranaggi il movimento rettilineo del gambo dello stantuffo in movimento circolare: e si aggiunse alla macchina atmosferica, quella ruota molto grande e pesante che chiamasi *volante* e che, come vedremo, è destinata a regolare il movimento della macchina stessa.

Ma come abbiam detto, il principio su cui fondavasi l'azione di queste macchine non venne menomamente modificato, poichè la teoria del calorico trovavasi ancora nell'infanzia. Solo nel 1714, la scienza si arricchì del prezioso strumento che già conoscete, il termometro, col quale si può misurare la varia temperatura dei corpi.

Fornito di questo strumento il fisico Black potè fare importanti scoperte; potè accertarsi che quando un corpo, ad esempio l'acqua, passa dallo stato aeriforme (vapore) allo stato liquido (acqua) o da questo al solido (ghiaccio), il corpo sprigiona sempre una certa quantità di calorico che

prima non rendevasi sensibile al termometro, che era nascosta nel corpo e che perciò si disse *calorico latente;* e che viceversa, quando un corpo passa dallo stato solido allo stato liquido o da questo allo stato aeriforme, il corpo assorbe sempre una certa quantità di calorico. Così quando una certa quantità d'acqua alla temperatura di 100 gradi si trasforma in vapore ad egual temperatura, quest'ultima differisce dalla prima in ciò: che contiene gran copia di calorico dissimulata o latente che lo mantiene allo stato di fluido elastico. Provocando la condensazione di quel vapore acqueo, esso sprigiona tutto il calorico latente che conteneva, che è sempre in notevole quantità [1]. Un chilogramma, ad esempio, di vapore acqueo, alla temperatura di 100 gradi, sprigiona, divenendo liquido, una quantità di calorico atta a portare più di 5 chilogrammi d'acqua dalla temperatura di zero gradi a quella dell'ebollizione.

D'immenso vantaggio furono queste scoperte al perfezionamento delle macchine a vapore. Grazie ad esse fu possibile calcolare la quantità di calorico messa in libertà dalla condensazione di un determinato volume di vapore nel cilindro della macchina Newcomen; apprezzare la forza elastica del vapore relativamente alla varia sua temperatura; studiare infine sperimentalmente molti elementi pratici che hanno grandissima influenza sugli effetti di questa macchina.

Black, che a quei tempi era professore dell'Università di Glascow, esponeva le sue teorie in presenza di numeroso uditorio. Fra gli ascoltatori più attenti, era un povero giovane cui la protezione di quell'Università aveva tratto da una posizione molto imbarazzata. Era scozzese di nascita e di famiglia caduta al basso a causa di cattive speculazioni mercantili, ciò che gl'impedì di dedi-

[1] Questo fenomeno dello sprigionamento di calorico che si verifica nell'atto del passaggio del vapore dello stato aeriforme allo stato liquido si utilizza nella pratica, facendolo servire al *riscaldamento a vapore* nelle abitazioni, ed a molteplici industrie.

Digitized by Google

carsi alla carriera delle scienze per le quali, fin da fanciullo, mostrava grande disposizione. A sedici anni i suoi genitori lo collocarono garzone in una modesta officina di Greenock, sua patria, dove costruivansi compassi, bilance, quadranti solari ed alcuni apparati di fisica. Di lì a quattro anni lo mandarono a Londra da un costruttore di strumenti nautici. Ma la debolezza della sua salute ed una grave malattia ch'ei contrasse lavorando durante una intera giornata d'inverno presso alla porta del laboratorio, lo costrinsero ad abbandonare Londra. Per provare gli effetti dell'aria nativa, ritornò in Iscozia e si recò a Glascow con l'intenzione d'esercitarvi il mestiere di costruttore di apparati meccanici. Ma la corporazione d'arti e mestieri di quella città, fondandosi su antichi privilegi, gli impediva di aprire il più meschino laboratorio. Il giovine artista trovavasi in posizione molto impacciata, quando per buona sorte l'Università venne in suo aiuto, tolse ogni difficoltà accordandogli il titolo di suo costruttore d'apparati di fisica e gli permise d'aprire una piccola bottega in un locale di sua proprietà. Si pattuì che il giovane sarebbesi occupato tanto della riparazione e costruzione d'apparati per conto dell'Università quanto anco dei lavori che gli verrebbero commessi dal pubblico.

Il nome che venne scritto sull'insegna di quella povera bottega era da tutti ignorato, nessuno pensava allora che quel nome era destinato a formare l'ammirazione delle più tarde età, — era il nome di James Watt.

Nell'inverno del 1763 il giovane, che ora conosciamo per nome, ricevette dal professore di filosofia naturale di Glascow un modello di macchina Newcomen, onde ripararlo; riparatolo, volle farlo agire, ma s'accorse ben presto che quella macchina era tanto debole che appena appena bastava a sollevare il peso dello stantuffo. Aumentando di molto l'attività del fornello si ottenevano bensì alcune oscillazioni, ma ciò richiedeva l'impiego d'una enorme quantità d'acqua

Digitized by Google

fredda per la condensazione del vapore. Ciò derivava da un vizio di proporzione fra le dimensioni del cilindro e quelle della caldaia che era troppo piccola rispetto al primo: non poteva quindi fornire la quantità di vapore necessaria a mettere in movimento lo stantuffo. Dimi-



131. Statua di James Watt, innalzata a Westminster.

nuendo il volume del cilindro, Watt fece sì che la macchina funzionasse regolarmente.

Ma l'ingegno di Watt non si limitò alle riparazioni: colse quest'occasione per istudiare la macchina, per migliorarla.

Il dire un per uno tutti i frutti degli studii e delle esperienze di Watt condurrebbe a troppo lunghe digressioni. Parleremo solo delle cose principali; e per tutte basti questa, ch'egli immegliò tanto e poi tanto la macchina di Newcomen da farne quasi una cosa affatto nuova.

In mezzo a studii tanto gravi, il nostro Watt non si permetteva che una sola distrazione; ogni domenica recavasi ad una villa nelle vicinanze di Glascow dove abitava uno dei suoi zii. — Lo zio aveva una figlia molto avvenente. Watt se ne innamorò, ne chiese la mano e la sposò nel 1764. Questo matrimonio gli assicurò qualche agiatezza: potè chiudere la botteguccia che aveva nell'edifizio dell' Università e stabilirsi nell' interno della città con l'intenzione d'esercitarvi la professione dell'ingegnere civile e proseguire nel tempo stesso le ricerche relative al perfezionamento della macchina Newcomen. — Nel 1765 ei tolse alla medesima uno dei principali suoi difetti, quello dipendente dal successivo riscaldamento e raffreddamento prodotto nel cilindro ora dal vapore ed ora dall' acqua. A formarsi un' idea della gravità di questo difetto, basterà il dire ch' esso faceva perdere quasi tre quarti dell' effetto utile prodotto dal combustibile impiegato pel riscaldamento dell' acqua nella caldaia.

I più distinti ingegneri d'allora, convintisi dell' importanza dell' argomento, avevano tentato, ma inutilmente, di conseguire il condensamento del vapore senza essere perciò costretti a raffreddare il cilindro. — Watt ideò di condensare il vapore entro un apposito vaso comunicante col cilindro per mezzo d'un tubo. Ed ecco in che consiste questo suo trovato. Quando il cilindro è pieno di vapore, si apre un rubinetto che lo lasci passare in un vaso costantemente mantenuto a bassa temperatura per mezzo d'una corrente d'acqua fredda; ed ecco il vapore, grazie alla propria virtù di espandersi continuamente, entra nell'interno di questo vaso, che pel suo ufficio chiamasi *condensatore*. In

questa guisa si forma il vuoto quasi istantaneamente nell'interna capacità del cilindro senza che il cilindro stesso si raffreddi, poichè il vapore passato dal cilindro nel condensatore, si raffredda, si liquefà, occupa piccolissimo volume e lascia vuoto il condensatore; allora nuovo vapore entra in esso dal cilindro; e così via fino a che quest'ultimo è vuoto del tutto. Ciò succede in uno spazio di tempo molto minore di quello che abbiamo impiegato a spiegarvelo.

Nel tempo stesso Watt ebbe la felicissima idea di sbarazzarsi dell'acqua che aveva già servito a raffreddare il vapore, facendo agire una pompa che mano mano sollevava l'acqua ch'erasi riscaldata al contatto del vapore, ed era quindi inetta a produrre ulteriormente la rapida condensazione del medesimo. Questa pompa veniva messa in movimento dal bilancere stesso della macchina.

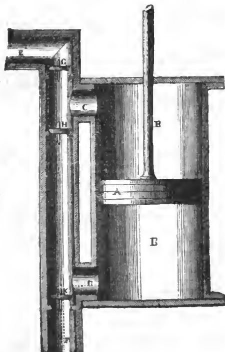
Grazie a questi perfezionamenti e specialmente grazie al condensatore isolato, si ottenne l'economia di metà del combustibile.

Con un'invenzione posteriore Watt portò una vera trasformazione alla macchina a vapore, che ancora giovavasi della pressione atmosferica per la discesa dello stantuffo. Watt si avvide che anco questo fatto produceva un consumo inutile di vapore; poichè, mentre la faccia superiore dello stantuffo trovavasi a contatto con l'aria esterna, lo stantuffo si raffreddava, e tale raffreddamento produceva la condensazione di una certa quantità di vapore nel cilindro prima ancora che esso avesse adempiuto il suo ufficio. Pensò quindi, come ora vedremo, di togliere ogni comunicazione con l'aria esterna, onde impedire il raffreddamento che essa produceva, e la conseguente condensazione del vapore nel cilindro.

La figura 132 potrà servire a dare un'idea di questa nuova macchina ideata da Watt che si disse a *semplice effetto*.

Digitized by Google

Entro ad un cilindro B chiuso tanto superiormente quanto inferiormente muovesi uno stantuffo a tenuta di vapore (cioè in guisa che non possa passare vapore fra esso e le pareti del cilindro); questo stantuffo è munito d'un gambo che passa pure a tenuta di vapore, traverso al coperchio superiore del cilindro. Un tubo E comunicante con la caldaia conduce il vapore dalla medesima per l' apertura C nella parte superiore del cilindro; qui giunto, esso esercita la sua pressione sulla faccia superiore dello stantuffo; il quale non incontra nessuna resistenza, poichè la capacità inferiore del cilindro è in comunicazione col condensatore ed è quindi vuota; e spinge lo stantuffo medesimo fino al punto più basso della sua corsa. Allora si chiudono le valvole G e K che tolgono le comunicazioni, l'una fra la caldaia ed il cilindro, l'altra fra il cilindro ed il condensatore; e si apre la valvola H con che si mette in comunicazione la capacità superiore del cilindro con l'inferiore. Il vapore che fino allora non esisteva che nella prima, si espanderà liberamente anco nella seconda; ed in conseguenza lo stantuffo sarà egualmente



132. Sezione del cilindro della macchina di Watt ad effetto semplice.

premuto su entrambe le sue facce. Ciò premesso, è facile comprendere che se questa macchina è munita d'un bilancere e d'un contrappeso come la macchina Newcomen, l'azione del contrappeso basterà a far risalire lo stantuffo fino al punto più alto della sua corsa. Chiusa allora la valvola H, aperte le G e K, si toglieranno per effetto della prima le comunicazioni fra la parte superiore e l'inferiore del cilindro, si metterà la parte superiore in comunicazione con la caldaia; e quindi la detta capacità si riempirà di vapore, nel tempo stesso che il vapore che prima occupava la capacità inferiore del cilindro sarà passato nel condensatore, sicchè questa capacità rimarrà vuota. Con tale disposizione di cose, lo stantuffo discenderà nuovamente. E così di seguito, alternando il movimento dei rubinetti, si ottiene un movimento regolare di va e vieni nel gambo dello stantuffo, il qual movimento può essere vantaggiosamente utilizzato nelle varie industrie.

Questo nuovo motore superava tutte le speranze in fatto di forza e di economia. Non restava che a farlo passare nel campo della pratica.

La buona stella di Watt lo fece incontrare in un ricco capitalista ingolfato nelle speculazioni relative ai lavori delle miniere di carbon fossile, il quale comprendendo la somma utilità dell'invenzione di Watt, gli offerse prontamente i capitali necessarii a metterla in pratica: egli proponeva di assumersi tutte le spese a patto che gli rimanessero i due terzi degli utili. — Watt accettò ben volontieri; costruì una prima macchina che principiò a funzionare alla bocca d'un pozzo di miniera pel sollevamento delle acque.

Di lì a non molto, mentre Watt si disponeva a creare un vasto stabilimento per la costruzione di macchine a vapore, lo speculatore che lo sussidiava, sofferse perdite tanto considerevoli che lo costrinsero ad abbandonare l'impresa. — Watt ebbe la generosità di rompere il contratto

e con calma ammirabile continuò il corso de' suoi lavori d'ingegnere. L'uomo di genio cui l'umanità doveva più tardi essere debitrice della più brillante invenzione della meccanica moderna, non isdegnava dedicarsi ai più meschini lavori d'ingegnere. — Mentre questi lo trattenevano nel Nord della Scozia, egli venne colpito dalla perdita della sua cara compagna. Questa perdita lo afflisse in modo da allontanarlo vieppiù dai suoi grandi progetti meccanici.

Però nel 1774 alcuni amici poterono trionfare sulla sua ripugnanza e lo decisero a mettersi in relazione con un celebre industriale di Birmingham, con Matteo Bulton. Quest'ultimo possedeva altrettanto genio per l'industria quanto ne aveva Watt per la meccanica; lo stabilimento da lui fondato pochi anni prima a Soho, nelle vicinanze di Birmingham, per la fabbricazione d'ogni maniera di lavori in ferro ed acciaio, era il più importante ed il meglio organizzato fra gli stabilimenti analoghi della Gran Bretagna. Avuta contezza delle notevoli modificazioni introdotte da Watt nella macchina a vapore, egli ne intravvide l'immenso avvenire e non esitò a mettere tutti i suoi capitali a disposizione dell'inventore. Si unì a lui in società, convertì porzione del suo stabilimento in officina destinata alla lavorazione di macchine e fece verificare per mezzo d'esperienze, fatte in presenza dei proprietarii di miniere, la notevole economia che si realizzava usando la nuova macchina. Con parità di effetti, essa diminuiva di tre quarti la spesa del combustibile richiesta dalle macchine Newcomen.

Vantaggi tanto evidenti fecero sì che molte macchine uscenti dall'officina di Bulton principiarono a funzionare nelle miniere. Però Bulton e Watt non vendevano le loro macchine; le cedevano solamente, le noleggiavano a tutti quelli che ne facevano richiesta, incaricandosi anco di montarle sul luogo e di farle andare a loro spese. Bulton si espose

Digitized by Google

in tal guisa per più d'un milione di franchi prima d'incassare un centesimo. — I soci non chiedevano altro compenso dai proprietarii delle miniere, che la *terza parte del risparmio che si otteneva nel combustibile.*

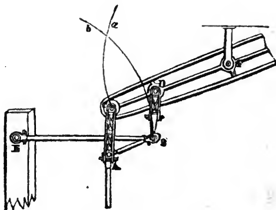
Un affare apparentemente tanto generoso da parte di Bulton faceva salire a cifre esorbitanti il prezzo d'una macchina: così i proprietarii delle miniere di Chacewater dovettero pagare annualmente 60,000 franchi, i quali rappresentavano appunto la terza parte dell'economia di combustibile che essi conseguivano con le macchine cedute da Bulton e Watt.

I proprietarii di miniere tentarono in varie guise di sgravarsi d'un tributo troppo oneroso, e Watt dovette più volte, a grave scapito de' suoi studii, e non sempre con buon esito, recarsi dinanzi ai tribunali per far valere i diritti che gli accordavano i suoi privilegi.

Quando verso il 1766, egli potè riprendere nuovamente le sue ricerche intorno alla macchina a vapore, pensò di renderla d'applicazione più generale. Fino a quei tempi essa non serviva che al sollevamento dell'acqua dalle miniere; egli volle trasformarla in motore universale. La macchina a semplice effetto non raggiungeva questo scopo, poichè, come abbiamo veduto, la forza del vapore non veniva in essa utilizzata che per la discesa dello stantuffo; e lo stantuffo risaliva per effetto del contrappeso attaccato al bilancere. Questa macchina agiva quindi intermittentemente: ciò non portava nessun nocumento finchè trattavasi del sollevamento dell'acqua, ma la rendeva perfettamente inutile alle altre industrie che richieggono nelle macchine motrici un lavoro uniforme e continuato. Watt raggiunse lo scopo prefissosi facendo agire il vapore non più sulla faccia superiore soltanto, ma dirigendolo alternatamente ora sulla faccia superiore ed ora sulla inferiore dello stantuffo; per tal modo se ne conseguiva tanto la salita quanto

la discesa col solo mezzo del vapore. Ideò inoltre opportune comunicazioni fra il cilindro ed il condensatore, disponendole in guisa che il vapore che trovasi nella capacità superiore del cilindro passi tutto nel condensatore, e lasci quindi vuota la detta capacità, nel tempo stesso che nuovo vapore giungendo dalla caldaia nella parte inferiore del cilindro preme dal sotto in su lo stantuffo e lo fa salire.

La macchina così conformata si disse *macchina a doppio effetto:* i vantaggi più importanti ch'essa presenta consistono nella più rapida successione dei movimenti e nella soppressione di quelle masse pesanti che costituivano il bilancere di Newcomen.

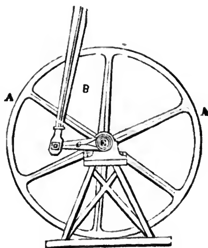


133. Parallelogramma di Watt.

Restava a trovarsi il mezzo con cui comunicare il movimento dello stantuffo al bilancere, e da questo agli organi operatori della macchina, poichè le catene che adempivano tale ufficio nella macchina Newcomen e nella macchina a semplice effetto (nella prima delle quali, ripetiamo, il vapore non serviva che a formare il vuoto, e nella seconda alla sola discesa dello stantuffo) non potevano più

Digitized by Google

servire, trattandosi di trasmettere al bilancere il movimento ascensionale dello stantuffo che prima si conseguiva con la discesa del contrappeso; e gli ingranaggi che abbiamo accennati più sopra erano stati rigettati a causa degli inconvenienti che presentano. Trattavasi adunque di trovare il modo di trasformare il movimento rettilineo del gambo dello stantuffo nel movimento circolare che doveva acquistare il bilancere. Watt raggiunse questo scopo col congegno detto *parallelogramma articolato* che è rappresentato dalla figura 133.



134. Manovella e volante.

Quattro verghette metalliche A B C D congiunte a due a due da altrettanti perni costituiscono un parallelogramma atto ad assumere qualunque posizione. Un' altra verghetta B E è articolata al parallelogramma nell' angolo B, ed è impernata in E sur un punto fisso intorno al quale girando tutti i suoi punti descrivono degli archi di cerchio; l'estremità del gambo dello stantuffo trovasi congiunta in A al parallelogramma. Ciò posto, non sarà difficile il comprendere, che quando il bilanciere C F è spinto all'insù dal gambo dello stantuffo esso tende a descrivere con la sua estremità C l'arco di cerchio C *a;* ma nel tempo stesso, la verga E B alla quale esso è congiunto per mezzo della verga D B del parallelogramma, tenderebbe a farlo muovere nella direzione dell'arco B *b*. Scegliendo opportunamente la posizione del punto E, la combinazione di quei movimenti farà sì che la verga A C e con essa il gambo

dello stantuffo sollecitato a muoversi nel tempo stesso nelle direzioni C *a* e B *b* si muoverà in una direzione intermedia che è molto prossima a quella della A C. Per tal guisa sebbene il gambo dello stantuffo si muova sempre verticalmente, pure in grazia del parallelogramma articolato il bilancere acquista il necessario movimento circolare. Per trasformare poi questo movimento che è alternato (cioè di va e vieni) in movimento circolare continuo, che è il moto richiesto dalla maggior parte delle industrie; Watt ricorse all'impiego della manovella dell'arrotino, la quale, unitamente al volante, trovasi rappresentata nella figura 134.

Un'asta inflessibile B, che dicesi *biella*, discende dall'estremità del bilancere; nell'uno dei suoi capi e precisamente nel superiore, essa è articolata (ovvero congiunta col mezzo d'un perno) al bilancere medesimo, all'altro capo essa è articolata ad un'altra asta C che dicesi *manovella*. Quest'ultima è congiunta invariabilmente al centro E d'una grande e pesante ruota A che dicesi *volante*. — Vediamo ora il modo con cui agisce questo congegno. — Quando, per effetto del movimento dello stantuffo, il bilancere si abbassa, si abbassa del pari la biella ed in conseguenza la manovella; e, per essere quest'ultima invariabilmente congiunta all'asse del volante, anche il volante si mette in movimento e principia a girare. Quando la manovella, discendendo, è giunta alla posizione verticale, essa si arresterebbe se il volante per effetto della *legge d'inerzia* (che è quella legge per la quale un corpo messo in movimento non si arresterebbe mai, qualora non trovasse ostacoli al suo moto) non si muovesse ancora a causa della velocità già acquistata, sicchè anco la manovella continua a muoversi e principia a salire; frattanto anco il bilancere si innalza, pel movimento dello stantuffo, ed innalzandosi trae dietro a sè la manovella, e questa il volante, il quale per tal modo concepisce un movimento continuo

di rotazione. Movimento che si trasmette ai varii organi operatori che vogliansi far andare per un'industria determinata. Siccome poi la macchina potrebbe per qualche circostanza accelerare o ritardare improvvisamente i suoi movimenti, a grave scapito dell'industria a cui serve, così si pensò di rimediare a quest'inconveniente dando al volante una massa molto grande. Perciò, quando la macchina accelera i suoi movimenti, parte della forza che essa sviluppa va spesa nel mettere in movimento la grande massa che costituisce il volante: e così il movimento della macchina si fa più lento; quando invece la macchina ritarda, il volante seguita, per la legge di inerzia, a muoversi ancora per qualche tempo, e aiuta col suo movimento quello della macchina.

Ma la macchina fino ad ora descritta presentava ancora un difetto gravissimo che dovevasi evitare, cioè la irregolarità nei movimenti: difetto gravissimo, diciamo, poichè molte industrie richiedono movimenti uniformi e regolari, i quali al certo non si possono ottenere da una macchina nella quale la rapidità dei movimenti è soggetta a variare secondo la maggiore o minore intensità con cui sviluppasi il vapore, od in ultima analisi, secondo la intensità del fuoco dei fornelli. Ora è chiaro che una forza che si ottiene a palate di carbone deve presentare variazioni grandissime. Il genio di Watt trovò modo di rimediare anche a ciò ed ideò l'apparato che scorgesi nella figura 135.

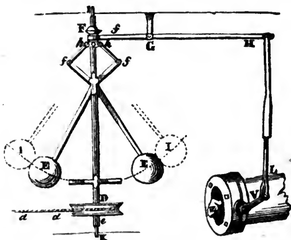
Il tubo che conduce il vapore dalla caldaia nel cilindro è munito di un rubinetto che si può aprire o chiudere più o meno e lascia quindi passare una maggiore o minor quantità di vapore dall'una nell'altro: quindi, secondo che si lascerà più o meno aperto questo rubinetto, si potranno ottenere dallo stantuffo oscillazioni più o meno rapide. Watt trovò la maniera di far muovere questo rubinetto dalla macchina istessa, per modo che quando i movimenti dello stantuffo si succedono troppo rapidamente,

Digitized by Google

il rubinetto si chiude parzialmente e quindi entra minor quantità di vapore nel cilindro; quando all'incontro lo stantuffo muovesi troppo lentamente, il rubinetto si apre e lascia passare maggior quantità di vapore.

Ciò premesso, comprenderete facilmente la maniera con cui agisce quest'apparato che dicesi *regolatore a forza centrifuga.*

Una *corda continua* (*d d*) si accavalca da una parte all'asse del volante e dall'altra alla gola d'una puleggia D impernata sovra un'asse verticale D F, che è alla sua



135. Regolatore a forza centrifuga.

volta impernata in I ed in K in guisa che può muoversi intorno a sè stessa. Quest'asse D F sorregge due palle metalliche E E che sono fissate alle estremità di due leve, piegate a gomito al loro punto di contatto con l'asse D F. Le braccia superiori di queste leve sono congiunte con articolazioni a cerniera *f f* ad altre due leve più corte *f h* le quali, pure mediante articolazioni, sono congiunte ad un anello F che può scorrere liberamente lungo l'asta verticale D F. Quest'anello poi è congiunto ad una leva F H girevole intorno al punto fisso G, alla cui estremità

H è fissata una biella H L, e questa biella mette in movimento una manovella V destinata ad aprire e chiudere il rubinetto Z che regola l'ingresso del vapore nel cilindro.

Quando la macchina è in azione, la corda continua *d d* che è accavalcata sull'asse del volante, viene da questo messa in movimento; lo stesso movimento si trasmette alla puleggia D, e da questa all'asse D F. Se la velocità della macchina è mediocre, l'asta gira con mediocre velocità e con essa anco le due palle metalliche E E, mantenendosi nella posizione indicata nella figura; se la velocità aumenta, anche l'asta D F gira più rapidamente, e le palle E E per effetto della *forza centrifuga* (che è quella forza che, quando un corpo muovesi circolarmente, tende ad allontanarlo dal punto intorno a cui esso gira ed è tanto più grande quanto più è grande la rapidità del movimento) si allontanano dall'asta e prendono la posizione indicata dalla punteggiata I I. L'allontanamento delle palle ha per immediata conseguenza: l'abbassamento delle leve minori *f h*, dell'anello F e dell'estremità della leva orizzontale ad esso congiunta, e l'innalzarsi dell'altra estremità K della leva, della verga H L e della manovella V. Quest'ultima innalzandosi chiude parzialmente il rubinetto Z e diminuisce per tal modo l'affluenza del vapore nel cilindro. Quando invece si rallenta il movimento della macchina, le due palle che non sono più spinte dalla forza centrifuga a scostarsi l'una dall'altra, si abbassano pel loro peso; le varie leve si muovono in modo del tutto opposto a quello testè indicato; il rubinetto Z si apre; e maggior copia di vapore affluisce dalla caldaia nel cilindro, sicchè ben presto i movimenti dello stantuffo si succedono più rapidi.

Dopo aver ideati questi varii perfezionamenti ed aumenti alla macchina a vapore, Watt ne conseguì un altro non meno importante, che utilizza l'espansione del

Digitized by Google

vapore ed ha per effetto un ulteriore risparmio di combustibile.

Nella macchina a vapore, fino ad ora descritta, il vapore entra nel cilindro per tutta la durata d'un'oscillazione dello stantuffo; entra ad esempio al disotto dello stantuffo, lo caccia in alto con la sua pressione; e continua ad entrarvi fino all'istante che lo stantuffo sia giunto alla fine della sua corsa. Se però si chiudesse la comunicazione fra la caldaia ed il cilindro quando lo stantuffo è giunto a metà o ad un terzo della sua corsa, cesserebbe l'ulteriore ingresso del vapore nel cilindro; ma ciò non pertanto lo stantuffo compirebbe il suo movimento, parte per la legge di inerzia, e parte perchè il vapore, che continuamente tende ad espandersi, ossia ad aumentare di volume, continuerebbe a premere lo stantuffo. Per tal modo non si consuma che la metà od il terzo del vapore che era prima necessario, si ottiene un'analoga riduzione nel consumo di combustibile; e si evitano dannose conseguenze, vogliam dire gli urti che a grave scapito della macchina si producono inevitabilmente quando lo stantuffo muovendosi con velocità ognor crescente va ad urtare con veemenza or l'uno or l'altro dei due coperchi del cilindro.

Grazie a questa bella serie di scoperte, che son dovute non già al caso, ma agli indefessi studi di Watt, il gran problema d'un motore universale fu risoluto completamente.

In pochi anni questa macchina tanto utile si diffuse per ogni dove, servì a tutti gli usi. La si impiegò nelle varie manifatture di seta, lino e cotone; nella tipografia; nei lavori delle miniere e delle officine, nella fabbricazione della carta, della porcellana, ecc.; in breve, poche sono oggidì le industrie che non ricorrano a sì potente ausiliario.

Una cifra sola basterà a far comprendere la prodigiosa economia che si potè effettuare impiegando la macchina a vapore.

Uno staio di carbone che abbrucia in una di queste mac-

Digitized by Google

chine in Cornovaglia produce lo stesso lavoro di venti uomini che lavorassero dieci ore al giorno; e siccome colà uno staio di carbone non costa che circa 90 centesimi, così la macchina di Watt ridusse a meno di 5 centesimi il lavoro giornaliero d'un operaio.

Presentemente la potenza complessiva delle macchine a vapore adoperate a vari usi in Inghilterra, è di 82 milioni e mezzo di cavalli, equivalenti a 400 milioni di uomini. Per mezzo del vapore adunque l'Inghilterra, con 20 milioni di anime, ha una produzione corrispondente al lavoro di una popolazione venti volte maggiore.

E mentre a primo aspetto sembrerebbe che tali vantaggi recati dalla macchina a vapore dovessero tornare di grave danno alle classi operaie e ridurle all'inazione, pure avviene l'opposto. Ed invero, causando le macchine un risparmio notevole nella mano d'opera, esse permettono di fabbricare più a buon mercato; il buon mercato facilitando il consumo, aumenta le domande, e con esse il numero degli operai impiegati nelle varie industrie. Inoltre, siccome le macchine sopprimono i lavori faticosi, così esse permettono di dar lavoro anco alle donne ed ai fanciulli.

Avvenne lo stesso quando quattro secoli or sono si inventò l'arte tipografica. Prima d'allora i copisti provvedevano di libri quei pochi ricchi che potevano permettersi simil lusso. E siccome la stampa permetteva ad un uomo solo di fare in minor tempo il lavoro di duecento operai, così non si tardò guari a qualificarla per un'invenzione infernale che avrebbe ridotti all'inazione quasi tutti gli amanuensi. Ma per la mitezza del prezzo, i libri stampati andarono diffondendosi sempre più, e, prescindendo anche dagli incalcolabili vantaggi morali che ne derivarono, la stampa creò nuove industrie, ampliò le antiche, e diede pane a migliaia e migliaia d'operai.

Se quest'esempio non vi basta, ne citeremo un'altro ancor più luminoso e che entra nel nostro argomento.

Digitized by Google

Quando l'ingegnoso Arkwright utilizzando la macchina di Watt nella filatura del cotone sostitui i cilindri girevoli alle dita delle filatrici, il prodotto annuale delle manifatture di cotone in Inghilterra non giungeva ai cinquanta milioni di franchi: presentemente questo prodotto supera i novecento milioni. La sola contea di Lancaster fornisce ogni anno una quantità tale di filo che non si potrebbe ottenerla neppure da ventun milioni d'abili filatrici, che non si servissero che del fuso e della conocchia; e sebbene l'industria della filatura meccanica sia giunta in Inghilterra al più alto grado di perfezionamento, pure essa impiega ora non meno d'un milione e mezzo d'operai, mentre prima di Arkwright e di Watt non ne impiegava che cinquanta mila.

Nel 1800 spirando il brevetto concesso a Watt ed a Bulton, i due soci si ritirarono dall' officina di Soho facendosi sostituire ciascuno dal figlio. La nuova società continua anco presentemente a dirigere il magnifico stabilimento dovuto alla perseveranza ed al genio dei suoi fondatori. In esso recaronsi ad istruirsi uomini di tutti i paesi, che poi, di ritorno alle loro città, vi introdussero nelle varie industrie l'uso della macchina a vapore. —

Ritirandosi dagli affari, Watt si trasferì nella sua terra di Heathfield poco discosta da Soho, e visse colà tranquillamente in mezzo ad una ristretta cerchia di amici fino al giorno della sua morte.

La mente di Watt continuava ad occuparsi in quella quiete di questioni scientifiche e meccaniche. Per non citarne che una sola, nomineremo il copia lettere ch'egli distribuiva in dono agli amici pregandoli d'accettare « quel lavoro « d'un giovane artista che entrava allora appena appena « nel suo novantesimoterzo anno. »

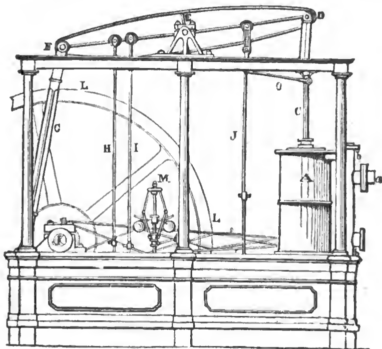
Fino agli ultimi giorni della sua vita, che si estinse il 25 agosto 1819, Watt conservò completamente l'uso delle sue facoltà mentali.

Innumerevoli sono i monumenti innalzati alla memoria di questo grande ingegno: e noi vi presentiamo il disegno di quello erettogli a Westminster (fig. 131). Ma non erano necessari nè il bronzo nè il marmo per consacrarne la memoria. Gli immensi servigi resi da Watt alla sua patria, all'Europa, all'umanità intiera, bastano certo a perpetuarne il nome.

IV.

Macchine a due cilindri. — Macchine a cilindro oscillante. — Macchine con e senza condensazione. — Che cosa sono le atmosfere. — Il manometro. — Riassunto. — La pompa alimentare. — Le caldaie ed i rimedii per le esplosioni. — L'unità di lavoro. — Il chilogrammetro. — Il cavallo-vapore ed un birraio. — Locomotive e piroscafi. — Un'altra promessa.

La macchina a vapore ideata da Watt venne poscia



136. Macchina di Watt a doppio effetto.

modificata e migliorata, tanto per appropriare l'azione

Digitized by Google

del vapore a varii generi di lavori, quanto allo scopo di diminuire sempre più la spesa del combustibile. Si costruirono *macchine a due cilindri* accoppiati, l'uno dei quali ha capacità tre o quattro volte maggiore dell'altro: il vapore entra nel minore, muove con la sua pressione lo stantuffo, passa quindi nel maggiore, ed espandendosi muove un secondo stantuffo il cui movimento concorda con quello del primo per far andare la macchina. Si costruirono *macchine a cilindro oscillante*, nelle quali il movimento rettilineo alternato dello stantuffo si trasforma, senz'altro intermediario che la manovella, nel movimento circolare continuo dell'albero motore. Si idearono ancora altre disposizioni di macchine a vapore delle quali sarebbe troppo lungo il discorrere.

Non possiamo però astenerci dal completare il nostro discorso con la rappresentazione della macchina senza condensazione. Vi daremo pure la spiegazione di alcuni vocaboli che si odono di frequente nei discorsi relativi a macchine a vapore.

Avrete ad esempio udito parlare più volte di *macchine ad alta e bassa pressione* o più precisamente *di macchine a condensazione* e *senza condensazione:* e, giacchè siamo sul discorso, sarete a chiederci quale differenza passi fra le une e le altre. Eccoci a rispondervi.

Nella macchina di Watt che è *macchina a condensazione*, il vapore, di cui si fa uso, supera di poco la temperatura dell'acqua bollente e non lo si porta che a poco più di un'atmosfera [1]. Il movimento dello stantuffo si

(1) In meccanica si dice atmosfera una forza che eserciti una pressione di chilogr. 1,033 su ogni centimetro quadrato di superfice premuta. Ha tal nome poichè è la pressione che l'atmosfera esercita tutt'intorno a corpi che sono al livello dal mare. Per analogia dicesi pressione di due, tre, ecc. atmosfere, la pressione eguale a due, tre, ecc., volte quella che su un centimetro quadrato verrebbe esercitata da chilogrammi 1,033.

Digitized by Google

ottiene condensando il vapore alternatamente nelle due capacità superiore ed inferiore del cilindro, che così rimangon vuote; ed il nuovo vapore che introducesi nel cilindro vi esercita tutta la sua azione meccanica, premendo alternatamente la faccia inferiore e la superiore dello stantuffo. Questo sistema però implica la necessità del condensatore, che, oltre ad imbarazzare per il grande spazio che occupa, richiede il consumo di una grande quantità d'acqua della quale non si può disporre nè sempre nè in qualunque sito.

Per riparare a sì fatto inconveniente si fa uso delle *macchine senza condensazione.* Per formarvene un'idea rammentatevi la scoperta di Watt: che quanto più si riscalda il vapore acqueo contenuto in un vaso, con tanto maggior forza quel vapore ne preme le pareti. (Così mentre il vapore acqueo che si svolge dall'acqua bollente, cioè il vapore a 100° centigradi, ha la tensione di una atmosfera; a 153° esso ha la tensione di 5 atmosfere; a 200° la sua tensione è di 15 atmosfere; a 252° di 40 atmosfere; a 266° di 50.) Or bene, se potremo disporre d'una caldaia contenente dell'acqua, se le accenderemo sotto un vivo fuoco e impediremo l'uscita al vapore che di mano in mano andrà generandosi; questo vapore andrà sempre più riscaldandosi ed acquisterà tensioni ognor crescenti, tensioni che si potranno conoscere ad ogni istante mediante un opportuno congegno detto *manometro.* Supponiamo ancora che tanto la capacità superiore quanto la inferiore del cilindro sieno in comunicazione con la caldaia, e che si lasci entrare il vapore nel cilindro appena abbia raggiunta una determinata tensione, quella per esempio che corrisponde a tre atmosfere: allora evidentemente la faccia superiore dello stantuffo sarà tanto premuta dal vapore quanto lo è la inferiore, motivo per cui essa rimarrà immobile. Ma se, chiusa la comunicazione tra

la caldaia e la capacità inferiore del cilindro, si lascia, aprendo un rubinetto, sfuggire nell'aria il vapore contenuto in questa capacità: il vapore che rimarrà in essa premerà con forza ben minore delle tre atmosfere, mentre la faccia superiore sarà ancora premuta con la forza di tre atmosfere. Che accadrà allora? Lo stantuffo essendo spinto dall'alto in basso con maggior forza che non dal basso all'alto, dovrà discendere fino in fondo al cilindro. Allora si chiuda la comunicazione fra la capacità inferiore del cilindro e l'atmosfera, si apra quella con la caldaia, e si lasci per ultimo sfuggire nell'aria il vapore contenuto nella capacità superiore del cilindro: ecco giungere il vapore dalla caldaia nella capacità inferiore del cilindro; e lo stantuffo, spinto con maggior forza dal basso in alto che dall'alto in basso, salirà fino al punto più alto della sua corsa. Avrete ora compreso come, dirigendo alternatamente il vapore ad *alta pressione* che giunge dalla caldaia ora al disopra ed ora al disotto dello stantuffo e mettendo in comunicazione con l'atmosfera ora la capacità inferiore del cilindro ed ora la superiore, si faccia concepire allo stantuffo un movimento di va e vieni, che mediante un gambo e gli altri congegni di cui abbiam già parlato, può far andare un' industria qualunque senza ricorrere alla condensazione.

Un fisico tedesco, Leupold, fu il primo a pensare al partito che si può trarre dal vapore ad alta pressione; ma chi lo utilizzò per il primo, fu l' americano Evans.

Le macchine ad alta pressione tardarono molto ad introdursi in Europa e specialmente nella Gran Bretagna ove eransi già impiegati immensi capitali nella creazione eminentemente nazionale della macchina di Watt; ma i vantaggi non piccoli che essa presenta, di occupare cioè pochissimo spazio e di non richiedere enorme quantità d'acqua necessaria al condensatore, fecero introdurre la macchina ad alta pressione anco in Inghilterra intorno al 1825.

Digitized by Google

Siamo ora intesi sul significato dei vocaboli: macchina a vapore ad alta od a bassa pressione, a condensazione o senza? Spero che si; riassumiamoci adunque.

Le macchine a vapore sono ad alta pressione, quando il vapore impiegato nelle medesime ha una tensione maggiore di due atmosfere; sono a bassa pressione, quando il vapore in esse adoperato ha una tensione inferiore a due atmosfere. Le prime sono ordinariamente prive di condensatore, chè il vapore, dopo avere esercitata la sua pressione sulle facce dello stantuffo, si espande liberamente nell'aria.

Ora ci resta a spiegarvi il disegno di queste due macchine, e in poche parole saremo giunti al termine che ci siamo prefissi.

Nella figura 136 avete una rappresentazione della macchina a condensazione, nota comunemente col nome di *macchina di Watt a doppio effetto*.

In essa il cilindro, in cui muovesi lo stantuffo, è segnato con la lettera A; il vapore vi entra dalla caldaia per il tubo *a*, e passa ora al disopra ed ora al disotto dello stantuffo, grazie ad un opportuno congegno *b b* che dicesi *cappello* il quale serve a mettere in comunicazione con la caldaia ora la capacità inferiore ed ora la superiore del cilindro. Questo congegno è messo in movimento dalla macchina stessa per mezzo delle due verghette convergenti *s s* congiunte ad un *eccentrico*. Il gambo C dello stantuffo, grazie al *parallelogramma articolato* O, imprime al bilancere D F un movimento circolare alternato intorno al proprio asse E. Dall' altra estremità F del bilancere si stacca la *biella* G che essendo articolata alla *manovella* congiunta in sistema all'albero od asse K del *volante* L L, imprime al medesimo, come abbiamo detto nel capitolo precedente, un movimento continuo di rotazione. Abbiamo detto cioè che il volante ha l'ufficio di moderare i movimenti delle mac-

chine quando sono troppo rapidi, e di accelerarli per qualche tempo quando sono troppo lenti: concorre pure a tale scopo il *regolatore a forza centrifuga* M, il quale essendo congiunto all'albero della macchina mediante un *cingolo* o *corda senza fine* viene messo in movimento dalla medesima. Il movimento circolare continuo dell'albero del volante si trasmette, a seconda dei casi, ai singoli organi operatori che voglionsi mettere in movimento con la macchina.

Nella nostra figura non si può vedere il *condensatore* che trovasi immediatamente al disotto del cilindro. Desso è un recipiente comunicante col cilindro per mezzo d'un tubo: una corrente d'acqua fredda lo attraversa continuamente e vi condensa il vapore appena uscito dal cilindro. Quest'acqua è attinta da una pompa aspirante premente, pompa che viene mossa anch'essa dalla macchina per mezzo del gambo I congiunto al bilancere. Ma il continuo afflusso dell'acqua riempirebbe in brev'ora la capacità del condensatore, se un'altra pompa, messa pure in movimento dalla macchina, grazie all'altro gambo J che staccasi dal bilancere, non la estraesse di mano in mano. Quest'acqua riscaldata dal vapore condensatosi, passa in un serbatoio, dal quale viene parzialmente aspirata da una terza pompa, la quale dicesi *pompa alimentare*, a cagione del suo ufficio ch'è appunto di alimentare la caldaia con quest'acqua già calda, sostituendola a quella che continuamente passa nel cilindro sotto forma di vapore. Ed anco la pompa alimentare riceve dalla macchina il suo movimento per mezzo d'un terzo gambo H articolato al bilancere.

Eccovi descritta la macchina a condensazione nella quale si utilizza spesse volte anco l'espansione del vapore. Il meccanismo resta sempre lo stesso, bastando all'uopo il non permettere l'ingresso del vapore nel cilindro che per una certa parte, ad esempio una metà, un terzo, ecc. della corsa dello stantuffo. Ciò si consegue disponendo

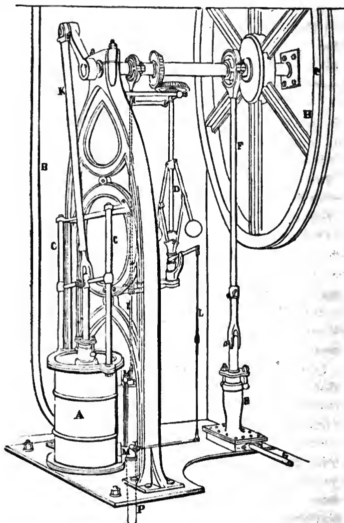
opportunamente il congegno che abbiamo detto chiamarsi *cappello*. Quasi tutte le macchine, che ora si usano, sono costrutte in guisa che il meccanico può a piacer suo usare o non usare dell'espansione e dare al vapore quel grado d'espansione che più desidera.

La macchina a vapore senza condensazione o ad alta pressione occupa spazio ben minore che la macchina a condensazione, ed è perciò molto più semplice.

Il vapore che si svolge dalla caldaia attraversa il tubo P e giunge nel cilindro A; esercita qui la sua pressione ora su una ed ora sull'altra faccia dello stantuffo, e va a perdersi poscia nell'atmosfera, attraversando prima un lungo tubo B. Il gambo dello stantuffo è articolato direttamente alla biella K, la quale, essendo articolata alla manovella che è alla sua volta fissata sull'albero della macchina, trasmette al medesimo il movimento; per impedire poi che il gambo dello stantuffo si inflettа, si obbliga la sua testa a muoversi sempre in direzione rettilinea, guidandola per mezzo d'un traverso scorrevole lungo le aste verticali C C. Il gambo J, messo in movimento da un eccentrico fissato sull'albero della macchina, imprime il necessario movimento al cappello M M. L'albero istesso mediante opportuni ingranaggi mette in movimento il regolatore a forza centrifuga D, il quale, per mezzo dell'asticciuola L e della leva a gomito ad esso articolata, regola l'ingresso del vapore nel cilindro, dilatando o restringendo l'orifizio per cui entra il vapore. Mediante un altro eccentrico fissato sull'albero, si fa andare il gambo F della pompa alimentare E, che serve ad introdurre continuamente nuova acqua nella caldaia mano mano che essa trasformasi in vapore. L'acqua aspirata dalla pompa E passa nella caldaia pel tubo A. Se il macchinista crede opportuno sospendere l'azione di questa pompa non ha che a togliere il perno mobile che congiunge le due parti del gambo E F, e la pompa resta immobile. Final-

mente H è quella pesante ruota che ha nome volante, di cui già conoscete l' ufficio.

Per non perdere completamente il calorico del va-



137. Macchina a vapore ad alta pressione.

pore che sfugge dopo aver messo in movimento lo stantuffo, si dispongono le cose in guisa che il tubo di

scarico B attraversi il serbatoio d'acqua fredda destinato ad alimentare la caldaia. Così quest'acqua si riscalda; e quando la si introduce nella caldaia, essa possiede già un'alta temperatura, e si può risparmiare un po' di combustibile. — Questa disposizione facile a comprendersi, non venne indicata nella figura per evitar confusione.

Erroneamente si crede che le macchine ad alta pressione siano molto più pericolose di quelle a bassa pressione: le statistiche delle esplosioni di macchine a vapore dell'uno e dell'altro genere provano anzi il contrario.

Generalmente, lo scoppio d'una caldaia succede allorchè il vapore contenutovi giunge a tensione maggiore, e quindi preme con forza maggiore, di quella previamente stabilita.

Le caldaie, che di solito hanno forma cilindrica, sono circondate da apposite costruzioni in muratura, per modo che il fuoco acceso sotto di esse possa lambirne le pareti e riscaldare in poco tempo l'acqua che racchiudono. Questa non occupa tutta la capacità della caldaia, ma soltanto una parte; lo spazio residuo è occupato dal vapore che sviluppasi continuamente, e che passa, pure continuamente, nel cilindro, ora al disopra ed ora al disotto dello stantuffo.

L'acqua deve mantenersi nella caldaia ad un livello quasi costante; che se il livello è troppo alto o troppo basso, ne nascon pericoli di diverso genere. La troppa acqua lascerebbe poco spazio al vapore; e quel vapore che ne uscirebbe per andare nel cilindro, mescolandosi con le bolle d'acqua che scoppiano alla superfice del liquido bollente, porterebbe seco dell'acqua che in poco tempo guasterebbe il cilindro. Se invece l'acqua è poca nella caldaia, una parte delle pareti della caldaia si trova lambita dalla fiamma senza essere ricoperta d'acqua: ciò fa sì che la parete si arroventi e rammollisca, mentre nell'interno della cal-

daia si produce una straordinaria quantità di vapore che preme con tanta forza le pareti da squarciarle, e produr quindi la fatale esplosione della caldaia.

Vedete da qui la somma necessità di tenere costante il livello dell'acqua, e di aver la certezza ch'esso non varii. Perciò differenti apparecchi furono ideati onde permettere al meccanico di conoscere ad ogni istante a qual livello si trovi l'acqua nella caldaia; i *galleggianti* e *gli indicatori del livello dell'acqua* servono a tale scopo. Se anche il meccanico non sorveglia attentamente la macchina, questa avverte da sè sola il pericolo mediante il *fischietto d'allarme*, costrutto in guisa tale, che all'abbassarsi del livello dell'acqua oltre a quello stabilito, si abbassa pure un galleggiante, che, mediante apposito congegno, apre un piccol foro nella parete superiore della caldaia dalla quale esce tosto il vapore e colpisce una campana di metallo, producendo quel sibilo acuto noto a tutti coloro che han viaggiato in battello a vapore od in strada ferrata. — Seguendo queste diverse indicazioni, il meccanico fa agire la pompa alimentare o la lascia inoperosa.

Il meccanico può inoltre regolare tanto l'attività del fornello quanto l'alimentazione della *caldaia*, ed in conseguenza la produzione di vapore, consultando il *manometro*. Questo indica a colpo d'occhio a qual tensione giunga il vapore nella caldaia, e quindi qual pressione ne sopportino le pareti. Quando queste sieno troppo premute e si possa temere uno scoppio, il meccanico apre un foro e lascia sfuggire una certa quantità di vapore. A prevenire poi i disastrosi effetti cui darebbe origine la poca vigilanza del meccanico, si adattano alle caldaie le *valvole di sicurezza* (delle quali abbiam fatto cenno discorrendo dell'invenzione di Papin) che vengono aperte dal vapore, non appena ei superi la tensione normale. Sfuggendo il vapore per le aperture, che prima eran chiuse da quelle valvole, dimi-

nuisce la pressione sulle pareti della caldaia, e quindi cessa il pericolo dell'esplosione.

Sarebbe mestieri, onde completare i nostri cenni sulla macchina a vapore, discorrervi minutamente di ciascuno di questi congegni, del modo con cui costruisconsi le macchine a vapore, delle cause che ne producono le esplosioni; ma temiamo aver già troppo abusato della pazienza dei nostri lettori. D'altronde lo scopo che ci siamo proposti in questo scritto fu di darvi soltanto un'idea generale di invenzione sì importante, e ci chiameremmo ben fortunati se le nostre parole invaghiranno taluni di voi ad internarsi nell'argomento che noi abbiamo potuto appena appena sfiorare.

Se non che crediamo soddisfare ad una legittima curiosità, dandovi per ultimo il significato d'una parola che avrete udito pronunciare più volte. — Sapete che cosa si intenda per *cavallo-vapore?* — Mi ingegnerò di spiegarvelo.

Ogni quantità, per essere misurata, esige un'appropriata *unità di misura.* Converrete meco che siccome ogni lavoro si traduce in fin dei conti nello sborso di una certa somma di denaro, così è importantissimo fissare una unità di misura anco pel lavoro, ossia una *unità di lavoro;* e siccome per esercitare un determinato lavoro devesi sempre (o si può sempre supporre che così succeda) trasportare un determinato peso a determinata distanza in tempo pure determinato, così si convenne di chiamare *unità di lavoro* il lavoro che devesi sviluppare per trasportare l'unità di peso (chilogramma) ad un'altezza eguale all'unità di spazio (metro) nell'unità di tempo (minuto secondo): a questo lavoro diedesi il nome di *chilogrammetro.* — Un lavoro eguale a 75 chilogrammetri, vale a dire un lavoro eguale a quello che devesi sviluppare onde trasportare in un minuto secondo di tempo 75 chilogrammi ad un metro d'altezza oppure 1 chilogrammo a 75 metri d'altezza (il che, come mostra l'esperienza, richiede un identico lavoro): que-

sta misura di lavoro è quella che venne chiamata *cavallo-vapore*. Eccone il perchè.

La prima volta che Watt fu richiesto a Londra di una delle suė macchine a vapore, fu per sostituirla ai cavalli che mediante un maneggio estraevano l'acqua necessaria ad una birreria. Il birraio voleva che Watt gli fornisse una macchina che sviluppasse lo stesso lavoro che i suoi cavalli. Ora, per determinare la misura di questo lavoro, egli attaccò al maneggio uno dei suoi più robusti cavalli e non risparmiò la frusta per tutto il tempo che durò l'esperienza. Da questa risultò che il lavoro sviluppato dal cavallo (che colà misuravasi col prodotto della quantità d'acqua sollevata, per l'altezza a cui la si portava in un tempo determinato) era di quasi 75 chilogrammetri: restò quindi a questa quantità di lavoro il nome di cavallo-vapore, sebbene i cavalli comuni, quando non sieno fulminati dalle frustate, non sviluppino un lavoro che di circa 28 chilogrammetri.

—

Termineremo questo capitolo senza parlare delle due applicazioni più importanti della macchina a vapore? cioè dei battelli a vapore e delle locomotive? Veramente, nella esposizione forse troppo lunga che precede, abbiamo spiegato a sufficienza la natura del vapore, che è motore del battello e della locomotiva; vi abbiamo così spiegata la ragione scientifica, la ragione d'essere di questi due imponenti veicoli di mare e di terra. In ciò che vi abbiamo detto sta la grande invenzione; tutto il resto divien secondario, è applicazione, è meccanismo: non entra quindi nello scopo propostoci in questo libro.

Però ai lettori che fossero curiosi di conoscere tutte le particolarità della ferrata e del piroscafo, noi facciamo fin d'ora una promessa, simile a quella che abbiam fatta per l'elettricità. Anche a questo argomento dedicheremo

Digitized by Google

un volumetto apposito, dove si dirà la storia e la descrizione sì dei battelli a vapore come delle locomotive, aggiungendo anche la descrizione di tutto ciò che si riferisce alla pratica applicazione delle locomotive. In quel volumetto descriveremo quindi sommariamente come si effettui il tracciamento e la costruzione d'una ferrovia; parleremo anche di tutto ciò che ha riguardo all'esercizio; descriveremo le stazioni, il materiale mobile e quindi le locomotive stesse, vi parleremo dei segnali ed esamineremo infine imparzialmente le disgrazie tanto temute dei viaggi in strada ferrata, e le troveremo essere relativamente ben minori in confronto di qualsiasi altro mezzo di trasporto.

Digitized by Google

I PONTI SOSPESI

Vantaggi dei ponti sospesi. — Loro antichità. — Ponti chinesi ed americani. — Progetti dell'italiano Verunzio — Il Ponte di Friburgo e quello del Niagara.

Fra i varii sistemi di ponti che sono in uso presentemente sia per agevolare le comunicazioni fra le opposte falde d'una profonda vallata, sia per varcare i fiumi ed i torrenti; i *ponti sospesi* sono al certo i più interessanti, e tanto per la loro eleganza quanto per l'arditezza delle lor forme, destano in chi li contempla grandissima ammirazione. Sono essi formati da grosse funi o catene di ferro gettate da una sponda all'altra del fiume che vuolsi attraversare, le estremità delle quali sono fissate solidamente alle due rive per mezzo di opportune costruzioni. Su queste funi o catene si sospende mediante appositi uncini un pavimento di legname sul quale possono liberamente circolare i pedoni e le vetture.

Il modo con cui si costruiscono permette di impiegarli anche là dove altri ponti non sarebbero possibili; al disopra, per esempio, dei più impetuosi torrenti, ove per la violenza delle acque i ponti ordinarii non reggerebbero certamente, ove solide costruzioni verrebbero in breve spazio di tempo travolte ed inghiottite dall'infuriar delle onde. A quest'importantissimo vantaggio essi ne uniscono altri due: la prontezza e l'economia, in grazia ai quali questo sistema di ponti viene in varii incontri preferito agli altri.

L'invenzione dei ponti sospesi non spetta nè al nostro

Digitized by Google

secolo nè all'Europa; il viaggiatore Turner nella relazione della sua ambasciata al Thibet parla d'un ponte detto *Kuka-Kazum* composto di un pavimento di canne di bambù sostenuto da cinque catene di ferro. Questo ponte misurava a detta di Turner una lunghezza eguale a centoquarantasei metri.

Un ponte di questo genere esiste tuttora in China nella provincia di Shenis: esso è gettato fra due montagne; la sua parte sospesa misura quattrocento piedi, ed il pavimento del ponte è alto ben cinquecento piedi sulle acque del torrente che mugge in fondo alla vallata.

Ponti consimili esistono pure già da lungo tempo nell'America meridionale; colà se ne vedono parecchi gettati fra le alte cime delle Cordigliere.

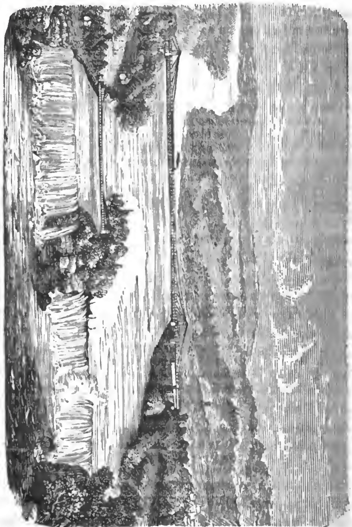
Nel 1813 Humboldt traversò il torrente Chambo sopra un ponte sospeso lungo quaranta metri, le cui funi sono formate di liane congiunte con le robuste fibre dell'agave americana.

La prima menzione che troviamo in Europa dei ponti sospesi è fatta da un italiano, Fausto Veranzio, il quale nella sua opera sulle *Macchine belliche* stampata in Venezia nel 1717, presenta il disegno e la descrizione di due ponti sospesi, l'uno a corde l'altro a catene di ferro, ch'ei proponeva come vantaggiosi negli usi di guerra.

Nel 1741 fu gettato un ponte sul fiume Lee fra le contee di Durham e di York; due catene di ferro sostenevano uno stretto tavolato destinato ai soli pedoni perchè largo appena due piedi. Quest'esempio fu imitato e perfezionato in America, ove il bisogno di stabilire comunicazioni pronte e poco dispendiose è sentito più che in ogni altro paese e fu per tal motivo che l'industria dei ponti sospesi ricevette colà un grandissimo sviluppo.

Le funi che sostengono questi ponti sono formate da fili di ferro riuniti in un fascio e legati circolarmente da altri fili di ferro. Le dimensioni di queste funi devono

essere tali da poter sopportare, senza pericolo di spezzarsi, tutti i pesi accidentali che potranno aggravare il ponte. Tutti i fili vogliono essere tesi egualmente, poichè in caso



138. Ponte sospeso sul Niagara.

diverso tutto il peso sarebbe sopportato soltanto dai fili tesi maggiormente ed il ponte rovinerebbe. Ad impedire poi

Digitized by Google

che il ferro si ossidi e perda quindi la sua forza, conviene verniciarlo ripetutamente con olio cotto e litargirio.

Dalle funi di sospensione pendono funi minori, ovverosia dei tiranti di ferro, i quali pei due capi sostengono traversi di legno sopra i quali stanno inchiodati lunghi correnti pure di legno: questi correnti diconsi *fllagne*, ed hanno lo scopo di diminuire le ondulazioni prodotte dal passaggio delle vetture, distribuendone l'urto ed il peso sopra un maggior numero di tiranti.

Il pavimento del ponte è formato da robuste assi inchiodate sopra le traverse.

Altre volte in luogo delle funi di filo di ferro si adoperano catene dello stesso metallo, i cui singoli anelli devono essere lavorati con somma cura: poichè un difetto esistente in uno di essi ne determina la rottura, e questa produce di conseguenza anche la rottura della catena e quindi la rovina del ponte. Lo sforzo cui è sottoposta la catena o la fune è tanto meno considerevole quanto più l'ultimo tratto di fune si accosta alla verticale. È per tal motivo che si tengono molto alti i punti d'appoggio delle funi dei ponti sospesi. Questi appoggi sono masse robuste di muratura o solide colonne di ferro fuso. Generalmente ve ne son due per ogni catena, uno su ciascuna delle due opposte rive; quando poi la distanza fra queste è molto grande, e non vi si opponga alcuna difficoltà, si costruisce in mezzo al fiume un grosso pilastro in muratura cui si dà il nome di *pila*, ed anche sovr'essa si fanno appoggiare le funi o catene. Al di là dei punti d'appoggio esistenti sulle due rive, le catene piegano verso il suolo e vengono fissate a solide murature. Grazie a questa ingegnosa disposizione, tutti gli sforzi cui è soggetta la catena non possono rovesciare il suo punto d'appoggio, ma lo comprimono invece e tenderebbero a schiacciarlo, cosa che però non può succedere quando le murature di sostegno abbiano le dimensioni convenienti.

Un grazioso ponte sospeso si ammira sul Po a Torino.

Fra i ponti sospesi più notevoli in Europa citasi quello di Friburgo gettato sopra una profonda vallata, esso non ha alcun sostegno intermedio e misura duecentosessantacinque metri di lunghezza ; le estremità delle catene di cui è formato sono ancorate solidamente nella roccia.

Ma il più bel ponte di questo genere di cui diamo un piccol disegno è quello gettato nel 1859 fra le due opposte rive del Niagara nell'America settentrionale a poca distanza dalla celebre caduta di quel gran fiume. Questo ponte lungo duecentoquarantasei metri è alto settantaquattro metri sopra le acque del fiume. Esso è a due piani; il superiore per la strada ferrata, l'inferiore per le vetture ed i pedoni.

INDICE.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

L'ELETTRICITÀ.

LE MACCHINE A VAPORE.

I PONTI SOSPESI.



57056

Digitized by Google

PREZZO DEL PRESENTE VOLUME

It. lire 3.

D'imminente pubblicazione

STORIA DI UN BOCCONE DI PANE,

LETTERE

SULLA VITA DELL'UOMO E DEGLI ANIMALI,

PER

GIOVANNI MACÉ.

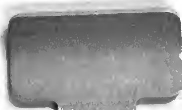
Prima traduzione sulla sesta edizione francese

OPERA ADOTTATA IN TUTTI I COLLEGI DI FRANCIA,
E DESIGNATA DALLA COMMISSIONE UNIVERSITARIA PER LIBRO DI PREMIO

It. L. 2.

Digitized by Google





by Google

